



INNOVATIONSREGION  
MITTELDEUTSCHLAND

## ABHÄNGIGKEITEN IN DER BRAUNKOHLEWIRTSCHAFT

Potenzial- und Risikoanalyse für die mit den Wertschöpfungsketten der braunkohlefördernden und -verarbeitenden Wirtschaft verknüpften Unternehmen

NEUE WEGE FÜR  
**INNOVATION UND WERTSCHÖPFUNG**

Strukturwandel in der Innovationsregion Mitteldeutschland

11.11.2021

Ein Projekt der



METROPOLREGION  
MITTELDEUTSCHLAND



## 7 Landkreise und 2 Städte in 3 Bundesländern mit 2 Mio. Einwohnern



### Impulse für Innovation und Wertschöpfung im Mitteldeutschen Revier

Im Strukturwandelprojekt „Innovationsregion Mitteldeutschland“ entwickelt die Europäische Metropolregion Mitteldeutschland (EMMD) gemeinsam mit den Landkreisen Altenburger Land, Anhalt-Bitterfeld, Burgenlandkreis, Leipzig, Mansfeld-Südharz, Nordsachsen und Saalekreis und den Städten Halle (Saale) und Leipzig neue Strategien und Projekte für Innovation und Wertschöpfung, um den Strukturwandel in der Region aktiv zu gestalten.

#### Bearbeitung

Institut für Innovation und Technik

Steinplatz 1

10623 Berlin

030/31 00 78 - 108

bovenschulte@iit-berlin.de

www.iit-berlin.de

Gefördert aus Mitteln der Bundesrepublik Deutschland, des Freistaates Sachsen, des Landes Sachsen-Anhalt und des Freistaates Thüringen im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe: "Verbesserung der regionalen Wirtschaftsinfrastruktur".

Gefördert durch:



STAATSMINISTERIUM  
FÜR WIRTSCHAFT  
ARBEIT UND VERKEHR



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis .....	6
Abkürzungsverzeichnis.....	7
Zusammenfassung.....	8
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>12</b>
<b>2 Regionale Verflechtung .....</b>	<b>15</b>
2.1 Ökonomische Abhängigkeiten .....	15
2.2 Verflechtungen innerhalb der regionalen Braunkohlewirtschaft .....	23
2.3 Verflechtungen der regionalen Wirtschaft mit der Braunkohlewirtschaft .....	26
2.4 Pfadabhängigkeiten .....	30
<b>3 Technologiekompetenzen und Potenziale .....</b>	<b>37</b>
3.1 Technologiekompetenzen und Geschäftspotenziale der Region Mitteldeutschland und der Braunkohlewirtschaft .....	37
3.2 Zukunftsorientierte Geschäftsfelder der heutigen Braunkohlewirtschaft.....	41
3.3 Politische Strategien auf EU-, Bundes- und Landesebene.....	51
<b>4 Risikoanalyse.....</b>	<b>58</b>
4.1 Politische und rechtliche Dimension .....	58
4.2 Technologische Dimension.....	58
4.3 Wirtschaftliche Dimension .....	59
4.4 Gesellschaftliche Dimension .....	61
<b>5 Handlungsempfehlungen.....</b>	<b>63</b>
5.1 Strategien für einen Pfadwechsel .....	63
5.2 Nachhaltige Projekte eines alternativen Entwicklungspfades .....	65
5.3 Politische Rahmenbedingungen für einen Pfadwechsel .....	68



<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>71</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>76</b>
<b>Anhang 1: Übersicht Fallstudien</b> .....	<b>76</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Schematische Darstellung der lokalen, regionalen und überregionalen Bedeutung der Braunkohlewirtschaft und der Auswirkungen des Kohleausstiegs auf direkte/indirekte Beschäftigung, Steueraufkommen und Innovationsfähigkeit.	17
Abbildung 2: Absatzflussbilder der beiden von der MIBRAG betriebenen Tagebaue Vereinigtes Schleenhain und Profen.	24
Abbildung 3: Verflechtung des Kerns der Braunkohlewirtschaft im Mitteldeutschen Revier in Kapitalanteilen (eigene Darstellung).	26
Abbildung 4: Schematische Darstellung der zentralen Wertschöpfungskette der Braunkohlewirtschaft ohne stoffliche Nutzung (eigene Darstellung).	28
Abbildung 5: Schema der Wertschöpfungskette für die Gipsindustrie (eigene Darstellung).	29
Abbildung 6: Vernetzungsaktivitäten der wissensintensiven Unternehmen (eigene Darstellung).	32
Abbildung 7: Vernetzungsaktivitäten der Braunkohlewirtschaft in der IRMD (eigene Darstellung).	33
Abbildung 8 Gesamtdarstellung der wissensintensiven Wirtschaft und der Braunkohlewirtschaft in der IRMD (eigene Darstellung).	34
Abbildung 9: Auswertung von qualitativen Unternehmensanalysen (Expert:inneninterviews) im Mitteldeutschen Revier (eigene Darstellung).	38
Abbildung 10: Keyword-Graph mit den Schwerpunkten in 100 Projekten im Zukunftsfeld Regenerative Energien.	42
Abbildung 11 Keyword-Graph mit den Schwerpunkten in 136 Projekten im Zukunftsfeld Bioökonomie.	44
Abbildung 12 Keyword-Graph mit den Schwerpunkten in insgesamt 85 Projekten im Zukunftsfeld Wasserstoff.	47
Abbildung 13: Keyword-Graph mit den Schwerpunkten in 59 Projekten im Zukunftsfeld Kreislaufwirtschaft und Recycling	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>

---

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1: Übersicht über die Beschäftigten in den 7 Landkreisen der Innovationsregion Mitteldeutschland/dem Mitteldeutschen Revier sowie Halle und Leipzig und Berechnung der Beschäftigungseffekte des Braunkohlekomplexes auf Ebene der Kreise/Städte .....	19
Tabelle 2: Übersicht über die Forschungsförderung und Patentaktivitäten in ausgewählten Themenfeldern in der IRMD. ....	40

---

## Abkürzungsverzeichnis

---

BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CORDIS	<i>Community Research and Development Information Service</i> (Forschungs- und Entwicklungsinformationsdienst der Europäischen Kommission)
EBS	Ersatzbrennstoff
EU	Europäische Union
FÖKAT	Förderkatalog des Bundes
FuE	Forschung und Entwicklung
GG	Grundgesetz
GW(h)	Gigawatt (-stunden)
H <sub>2</sub>	Wasserstoff
ha	Hektar
IRMD	Innovationsregion Mitteldeutschland
Mio.	Million
Mrd.	Milliarde
p. a.	<i>per annum</i> (pro Jahr)
PEM	Polymerelektrolyt-Membran
PHA	Polyhydroxyalkanoate
PLA	Polymilchsäure
PP	Polypropylen
PV	Photovoltaik
REA	Rauchgasentschweflung
t	(metrische) Tonne
Tsd.	Tausend
TW(h)	Terawatt (-stunden)

---

## Zusammenfassung

---

Der Anteil der Braunkohlewirtschaft macht im Mitteldeutschen Revier rund 5 % des regionalen Bruttoinlandsprodukts (BIP) aus, etwa 67 % entfallen auf das Dienstleistungsgewerbe und rund 33 % auf das produzierende Gewerbe. Mit Blick auf die Beschäftigung ergeben sich für das Mitteldeutsche Revier (Stand 2018)<sup>1</sup>

- ▶ 3.560 direkt Beschäftigte in Kohlebergbau, Bergbaudienstleistungen sowie Energieerzeugung am Arbeitsort Mitteldeutsches Revier; 3/4 davon in den drei Tagebaukreisen Burgenlandkreis, Landkreis Leipzig und Landkreis Mansfeld-Südharz.
- ▶ ca. 2.100 bis 3.600 weitere Beschäftigte aufgrund indirekter und induzierter Effekte; davon rund 2.000 in Zulieferunternehmen und rund 850 durch Konsumausgaben dieser Beschäftigten. Der Beschäftigungsmultiplikator der Braunkohlewirtschaft liegt je nach Berechnung zwischen 1,2 und 2,0.

Nachdem im Mitteldeutschen Revier zum Zeitpunkt der Wiedervereinigung noch rund 60.000 Menschen in der Braunkohlewirtschaft beschäftigt waren, sank diese Zahl innerhalb weniger Jahre auf unter 5.000 - der Großteil des Strukturwandels ist somit bereits in den zurückliegenden Jahrzehnten als Strukturbruch im Zuge des Systemwechsels erfolgt. Die Zahlen legen nahe, dass die Abhängigkeit der regionalen Wirtschaft von der Braunkohleindustrie insgesamt nicht stark ausgeprägt ist. Um die Beschäftigungswirkung der Braunkohlewirtschaft in den Teilregionen des Reviers einzuschätzen, wurde ein "Braunkohlekomplex" definiert. Da durch die Verwendung eines Beschäftigungsmultiplikators auch die Unternehmen aus den Zulieferketten der Braunkohleunternehmen einbezogen werden, werden diese zur Vermeidung von Doppelzählungen an dieser Stelle nicht berücksichtigt. Zum Braunkohlekomplex zählen in diesem Zusammenhang folgende Unternehmen:

- ▶ Unternehmen der Braunkohleförderung,
- ▶ Töchter – Kapitalbeteiligungen von mindestens 50 % – von Unternehmen der Braunkohleförderung,
- ▶ Braunkohlekraftwerke,
- ▶ andere Unternehmen mit Eigenstrom-/wärmeversorgung durch Braunkohlekraftwerke,

---

<sup>1</sup> Da sich die Angaben zu den direkten, indirekten und induzierten Beschäftigten in der Braunkohlewirtschaft in dieser Studie weitgehend auf die Angaben gemäß „Kropp et al. 2019“ beziehen, werden hier und nachfolgend vor allem Daten für das Jahr 2018 genannt. Ein weiterer Rückgang der Beschäftigten ist aber zu beobachten. So weist zum Beispiel die Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. ([www.kohlenstatistik.de](http://www.kohlenstatistik.de)) für das Mitteldeutsche Revier einen Rückgang der Beschäftigten von 2.380 im Jahr 2018 auf 2.190 im Jahr 2020 aus (-8 %). Es sei angemerkt, dass die Beschäftigungsstatistik der Kohlenwirtschaft eine andere Abgrenzung vornimmt als bei Kropp et al., so dass der Wert geringer ausfällt als oben genannt.



- ▶ sonstige Unternehmen mit Kerngeschäft im Braunkohlebereich, einschließlich REA-Gips, Zement und Montanwachs

In den Teilregionen des Mitteldeutschen Reviers repräsentieren diese Unternehmen rund 5.895 direkt Beschäftigte sowie zwischen 7.7074 und 11.790 indirekt und induziert Beschäftigte. Dabei hat der Burgenlandkreis die höchste Anzahl der direkt Beschäftigten im Braunkohlekomplex (3.670), während in anderen Landkreisen die Zahl der Beschäftigten zwischen 400 und 687 Arbeitskräften variiert oder keine Beschäftigung im Bereich des Braunkohlekomplexes erkennbar ist. Bis auf den Burgenlandkreis und mit Abstand den Landkreis Mansfeld-Südharz sind teilregional daher nur relativ geringe Anteile an den Industriebeschäftigten (insgesamt) zu verzeichnen, die auf Unternehmen des Braunkohlekomplexes zurückzuführen sind. Wenn jedoch für den Landkreis Leipzig berücksichtigt wird, dass schätzungsweise 400 Beschäftigte im Tagebau „Vereinigtes Schleenhain“ tätig sind, die aber formell nicht an diesem Standort gezählt werden, weil sie der MIBRAG GmbH mit Sitz in Zeitz (Burgenlandkreis) zugerechnet werden, ergibt sich ein Anteil von rund 4 % an den Industriebeschäftigten insgesamt, sodass auch hier ein nennenswerter Beschäftigungsanteil zu verorten ist. Da diese Beschäftigten vermutlich zu großen Teilen im Landkreis Leipzig wohnen und eine durchschnittliche Haushaltsgröße von zwei Personen zu veranschlagen ist, dürfte ein vollständiger Verlust dieser Arbeitsplätze mit deutlichen Auswirkungen auf die örtliche Nachfrage und kommunale Daseinsvorsorge verbunden sein. Dennoch bedeuten die Effekte jedoch in keinem der Tagebaukreise eine essenzielle Gefährdung der wirtschaftlichen Gesamtentwicklung. Dabei ist zu beachten, dass sich lokal/kommunal abweichende Situationen ergeben können, da für einige Unternehmen höhere Beschäftigungsmultiplikatoren anzusetzen sind. Dies gilt für die Kraftwerke Schkopau mit 150 Beschäftigten und Lippendorf (250 Beschäftigte), für die als Unternehmen der Energiewirtschaft ein Multiplikator von 2,5 angesetzt wird<sup>2</sup>; insgesamt hängen also weitere 375 bzw. 625 Arbeitsplätze von den beiden Kraftwerken ab. Auch für Gipswerke wird mit 3,7 ein höherer Beschäftigungsmultiplikator angesetzt; für den (Naturgips-) Standort Rottleberode ergibt sich beispielsweise bei 250 Beschäftigten eine Gesamtzahl von 925 indirekt abhängigen und induzierten Arbeitsplätzen. Den höchsten Multiplikator erreicht mit 7,2 die Zuckerfabrik in Zeitz, sodass sich für die 200 direkt Beschäftigten insgesamt 1.440 indirekte/induzierte Arbeitsverhältnisse ergeben; vorwiegend in der landwirtschaftlichen Zuckerrübenproduktion.

### Der Wandel des Braunkohlekomplexes

Insgesamt repräsentieren die Unternehmen der Braunkohlewirtschaft mit ihren Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen nach wie vor ein bedeutendes Segment der regionalen Wirtschaft, aber die Wirtschaft der mitteldeutschen Region ist heute nicht in besonderer Weise von der Braunkohlewirtschaft abhängig. Grundsätzlich gilt das Mitteldeutsche Revier aufgrund seiner verschiedenen Industrien als zukunftsfest und deutlich besser aufgestellt als beispielsweise das Lausitzer Revier. Insbesondere existiert die wissensintensive (innovationsstarke) Wirtschaft der Region fast völlig unabhängig von der

---

<sup>2</sup> Erläuterungen zu den unterschiedlichen Multiplikatoren in Abschnitt 2.1.

Braunkohlewirtschaft. Es bestehen zwischen diesen Wirtschaftsbereichen/Industrien und der Braunkohlewirtschaft nur wenige innovationsorientierte Kooperationen, von einer Vernetzung dieser Bereiche ist nur in Ansätzen auszugehen. Der für die Zukunft als nachhaltig einzuschätzende wissensintensive Wirtschaftsbereich ist durch den Kohleausstieg nicht gefährdet. Obwohl die Kernakteure der Braunkohlewirtschaft im Regelfall über eigene FuE-Ressourcen verfügen, sind sie bislang nur ein schwacher Treiber für Innovation im Mitteldeutschen Revier.

Gegenwärtig diversifizieren die Kernakteure ihre Kernkompetenzen, wobei sich die neuen Kompetenzfelder durch eine gewisse technologische Nähe untereinander auszeichnen. Es ist zu erwarten, dass der Wandel der regionalen Technologieschwerpunkte und damit verknüpft der zukünftigen Geschäftsfelder der Akteure in der IRMD nur im geringen Umfang disruptiv verläuft, sondern voraussichtlich in bereits existierenden technologischen Pfaden der Region stattfindet. Im Mitteldeutschen Revier existieren aufgrund der gut und vielfältig ausgeprägten Industriestruktur zahlreiche direkte technologische Anknüpfungspunkte mit hohen wirtschaftlichen Potenzialen für die Akteure des Braunkohlekomplexes (s. o.). Projekte zur Unterstützung der Transformation der regionalen Akteure sollten daher insbesondere in diesen Themen verankert sein, um die bestehenden regionalen Technologieschwerpunkte und Geschäftsfelder in künftige Geschäftsfelder zu transformieren. Gemäß den Analysen scheinen die folgenden Themen besonders anschlussfähig und erfolversprechend zu sein, zumal für diese auf europäischer, Bundes- und den jeweiligen Landesebenen umfassende Förderprogramme existieren:

- ▶ Regenerative Energien
- ▶ Bioökonomie
- ▶ Wasserstoff
- ▶ Kreislaufwirtschaft und Recycling

### **Unterstützung in der Transformation**

Die Definition der Erfolgswahrscheinlichkeit, der wirtschaftlichen Potenziale, der Umsetzbarkeit und der dafür notwendigen Maßnahmen dieser Geschäftsfelder liegt in erster Linie bei den Unternehmen – die Verantwortung, in dem Prozess konkrete Ergebnisse zu erzeugen, allerdings auch. Dabei ist zu beachten: Gerade der unternehmensübergreifende Austausch als Grundlage von Kooperationen ist kein selbstverständlicher Prozess.

Mit der Einrichtung einer Innovations-Plattform Mitteldeutsches Revier besteht die Möglichkeit, die unternehmerischen und regionalen Potenziale in unterschiedlichen Konstellationen zusammenzuführen und arbeitsteilig auf ihre Tragfähigkeit zu prüfen bzw. zu entwickeln. Eine solche Innovationsplattform geht zwangsläufig über den Braunkohlekomplex hinaus und stellt damit ein Angebot an die gesamte Wirtschaft dar, mit dem Fokus auf Industrie in Kombination mit Hochschulen und FuE-Einrichtungen. Gegenüber den meist nebeneinander bestehenden Netzwerkstrukturen bietet sich hier

jedoch die Möglichkeit, eine Koordination für das gesamte Revier zu etablieren. Ebenso kann eine solche Innovations-Plattform wichtige Aufgaben beim Monitoring von Innovationsaktivitäten sowohl auf Programm- als auch auf Projektebene übernehmen und die Akteure zudem bei der Entwicklung des Fachkräftepotenzials unterstützen. Dabei wird es sich im Laufe des Prozesses zeigen, ob auch (und insbesondere) die Akteure des Braunkohlekomplexes von diesem Service profitieren oder andere Branchen das Potenzial zur Diversifizierung eher nutzen.

---

## 1 Einleitung

---

Die Innovationsregion Mitteldeutschland und das mit ihr deckungsgleiche Mitteldeutsche Revier mit seinen aktiven Tagebauen Profen im Burgenlandkreis – ein kleinerer Teil befindet sich im Landkreis Leipzig – und Vereinigtes Schleenhain (Fusion von Schleenhain, Peres und Groitzscher Dreieck) im Landkreis Leipzig stehen vor einem beachtlichen Strukturwandel: Zum einen angesichts des bis zum Jahr 2038 zu vollziehenden Ausstiegs aus der Kohleverstromung (bzw. bis zur Abschaltung der beiden Kraftwerke Schkopau bis Ende 2034 und Lippendorf bis Ende 2035), zum anderen angesichts des gleichzeitigen Ausbaus regenerativer Energien. Mit Mansfeld-Südharz verfügt noch ein dritter Landkreis im Mitteldeutschen Revier über einen aktiven Braunkohletagebau. Dabei handelt es sich um den Abbau der Romonta GmbH in Amsdorf, die Braunkohle stofflich zur Gewinnung von Montanwachs nutzt, aber indirekt vom Ausstieg aus der Braunkohleverstromung betroffen ist.

Vor allem die energieproduzierenden Bereiche der regionalen Industrie und der mit ihnen verbundenen unternehmensbezogenen Dienstleistungen werden in den kommenden Jahren von diesen Veränderungsprozessen erfasst. Ebenso gilt dies für energieintensive Unternehmen. Dazu zählen unter anderem die Unternehmen der chemischen Industrie (Prozessdampf) wie auch die Lebensmittel- und Zuckerindustrie (Prozesswärme), die eng mit der Energiewirtschaft verbunden sind. So kommt der Abschlussbericht der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ zu dem Ergebnis, dass die „Kraftwerksstandorte in der Region strukturell mit der chemischen und energieintensiven Industrie verbunden [sind]. Es besteht eine ressourcenschonende, regionale industrielle Symbiose, für die ein hohes Maß an Versorgungssicherheit notwendig ist. [...] Des Weiteren sorgen die Kraftwerke der Region über Kraft-Wärme-Kopplung für eine verlässliche Wärmeversorgung z. B. des Oberzentrums Leipzig sowie angrenzender Ortschaften. Der Strukturwandel in der mitteldeutschen Braunkohleregion ist wegen der parallelen Transformation der Industrie zu nachhaltigen Strukturen und der miteinander verflochtenen Wertschöpfungssysteme eine besonders hohe Herausforderung“.<sup>3</sup>

Da sich die kohlefördernden Unternehmen und Kraftwerksbetreiber aufgrund ihrer Vorleistungsverflechtungen, aber auch aufgrund von Prozessen der Koppelproduktion (Dampf, Wärme, REA-Gips) in wechselseitiger Abhängigkeit zu anderen Bereichen der regionalen Wirtschaft befinden, ist von ausgeprägten Pfadabhängigkeiten auszugehen, die die regionale Wirtschafts- und Strukturpolitik vor erhebliche Probleme stellen werden. Das Ziel ist, zukünftig alternative Wertschöpfungspfade für die Akteure der Braunkohlewirtschaft zu entwickeln und damit die Wertschöpfung in der Region zu erhalten. Dabei ist jedoch zu beachten, dass der Strukturwandel nicht erst durch den

---

<sup>3</sup> Platzeck, Matthias; Pofalla, Roland; Praetorius, Barbara; Tillich, Stanislaw et al. (2019): Abschlussbericht der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“. Herausgegeben vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, S. 79 – online unter [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?__blob=publicationFile)

Beschluss des Bundestages und des Bundesrats aus dem Jahr 2020 zum Ausstieg aus der Kohleverstromung ausgelöst wurde. Vielmehr erfolgte der weitaus größte Abbau an Wertschöpfung und Beschäftigung mit dem Ende der DDR. Waren bis zur Wende noch rund 60.000 Beschäftigte in der Braunkohlewirtschaft im Mitteldeutschen Revier tätig, so waren es Mitte der 1990er Jahre nur noch rund 5.000; heute zählt die Braunkohlewirtschaft noch rund 3.700 Beschäftigte.<sup>4</sup> Wenngleich die Braunkohle damit nur noch 0,5 % aller im Mitteldeutschen Revier Beschäftigten beiträgt, bestehen regionale und lokale Unterschiede. So beträgt der entsprechende Anteil im Burgenlandkreis 3,1 %.<sup>5</sup>

Wenngleich anhand dieser Zahlen deutlich wird, dass die als Mitteldeutsches Revier definierte Region offensichtlich über eine diversifizierte Wirtschafts-/Industriestruktur verfügt, in der die Braunkohlewirtschaft keineswegs allein prägend ist, werden Städte wie Zeitz (u. a. Sitz der MIBRAG, Werk der Südzucker AG mit eigenem Kohlekraftwerk und des Tochterunternehmens CropEnergies Bioethanol GmbH) deutlich vom Ausstieg aus der Braunkohleverstromung betroffen sein. So weist der Burgenlandkreis neben dem Landkreis Mansfeld-Südharz gemäß der Studie zur „Sozio-ökonomischen Perspektive 2040“ das geringste wirtschaftliche Wachstum auf.<sup>6</sup>

Um eine Alternative zur mit der Braunkohleverstromung verbundenen Wertschöpfung und Beschäftigung insbesondere für deren Akteure zu schaffen, müssen die relevanten Wechselwirkungen bzw. Abhängigkeiten und die in diesem Zusammenhang erkennbaren Innovations- und Wertschöpfungspotenziale identifiziert und bewertet werden. Im Rahmen dieser Studie zu den Pfadabhängigkeiten der Braunkohlewirtschaft in der Innovationsregion Mitteldeutschland sollen somit folgende Fragen beantwortet werden: Welche konkreten Wirtschaftspfade sind mit welchen Risiken mit dem Ausstieg aus der Braunkohle verknüpft? Welche Potenziale alternativer Wertschöpfung bestehen für einzelne Akteursgruppen?

Zur Ermittlung der Verflechtungen und der im Zuge des Ausstiegs zu erwartenden Effekte und Auswirkungen sah das methodische Konzept eine empirische Primärerhebung in Form einer umfassenden Befragung von Unternehmen im Mitteldeutschen Revier vor. Mit der Befragung sollten der Grad der Abhängigkeit der Firmen von der Braunkohleförderung und -verstromung, die damit zusammenhängende Verflechtung mit der Braunkohlewirtschaft sowie Angaben zu den Lösungspotenzialen und -strategien auf Unternehmensebene ermittelt werden. Als Verteiler wurde die Unternehmensdatenbank eines kommerziellen Anbieters mit verifizierten und personalisierten Kontakten auf der 1., 2. und 3. Managementebene genutzt. Die Auswahl der Kontakte erfolgte nach den Postleitzahlräumen des Mitteldeutschen Reviers (geografische Eingrenzung) und nach

---

<sup>4</sup> Kropp, Per; Sujata, Uwe; Weyh, Antje; Fritzsche, Birgit (2019): Kurzstudie zur Beschäftigungsstruktur im Mitteldeutschen Revier. IAB Regional 1/2019 IAB Sachsen; S. 9 – online unter [http://doku.iab.de/regional/S/2019/regional\\_s\\_0119.pdf](http://doku.iab.de/regional/S/2019/regional_s_0119.pdf)

<sup>5</sup> Kropp et al. 2019, S. 7

<sup>6</sup> Prognos AG (2021): Sozio-ökonomische Perspektive 2040: Analyse und Bewertung der demografischen und wirtschaftlichen Perspektive 2040 für die Innovationsregion Mitteldeutschland. S. 33 – online unter [https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/06/210629\\_Perspektive-2040.pdf](https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/06/210629_Perspektive-2040.pdf)

den als zentral erachteten Branchen gemäß Wirtschaftszweigsystematik der amtlichen Statistik (thematische Eingrenzung).

Ergänzt wurden diese Adressen durch die Auswertung von Daten der Forschungsförderung von Bundesprogrammen auf Basis des Förderkatalogs, durch die Unternehmen identifiziert wurden, welche im Mitteldeutschen Revier innovationsaffin sind und von denen perspektivisch Impulse für den aktiven Strukturwandel ausgehen können.

Weiterhin wurden mit dem kommerziellen Analyse-Portal EchoBot® Unternehmen anhand relevanter Stichworte zur Braunkohlewirtschaft identifiziert und durch Hinweise aus dem Lenkungsreis des Projektes ergänzt.

Insgesamt konnten auf diese Weise im Mai 2021 über 2.500 qualifizierte Unternehmen angeschrieben werden. Da der Gesamtrücklauf jedoch nur eine niedrige zweistellige Anzahl an ausgefüllten Fragebögen ergeben hat, wurde im Rahmen der inhaltlichen Steuerung mit dem Auftraggeber vereinbart, das methodische Vorgehen alternativ auf qualitative Instrumente zu legen und durch datenanalytische Untersuchungen komplementär zu ergänzen. Dieser Schritt hat für die Studie jedoch zur Folge, dass die erhofften quantitativen Aussagen zu den Verflechtungen der Braunkohlewirtschaft und den zu erwartenden Effekten des Ausstiegs nicht im ursprünglichen Sinne möglich sind; die Risiken, welche die Durchführung einer Umfrage mit sich bringt, wurden bereits im Angebot thematisiert.

Insgesamt wurden im Zuge der Studiererstellung Interviews mit den Wirtschaftsförderungen der sieben in der Innovationsregion Mitteldeutschland vertretenen Landkreise sowie der Städte Halle und Leipzig geführt. Ebenso wurden über den Sommer 2021 32 Fallstudien durchgeführt (Desk Research und Interviews; in der Regel mit den Geschäftsführungen). Die Unternehmensfallstudien bilden in ihrer Gesamtheit eine sehr dichte und konsistente Informationsbasis zu den Herausforderungen und Chancen des Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung. Die Informationen wurden unter Rückgriff auf das Analyse-Portal EchoBot® und den Datenanbieter NorthData® ergänzt, um weitere Angaben zu Verflechtungen, Beschäftigtenzahlen, Umsätzen etc. zu erhalten.

Darüber hinaus wurden Analysen auf Basis von Forschungs- (auf Bundesebene der Förderkatalog und auf europäischer Ebene die CORDIS-Datenbank) und Patentdaten des Europäischen Patentamts durchgeführt, um thematische Schwerpunkte und Anknüpfungspunkte für zukünftige Geschäftsfelder zu identifizieren. Ebenso konnten anhand der Daten einige Kooperationsbeziehungen zwischen verschiedenen (Innovations-)Akteuren im Mitteldeutschen Revier beschrieben werden. Diese Beziehungen wurden ergänzt durch Angaben in den Unternehmensfallstudien zu Partnerfirmen. So wurden mittels Netzwerkanalyse strukturelle Verflechtungen, aber auch thematische Knotenpunkte identifiziert.

Um die Potenziale zu verifizieren, zu erweitern und stärker in einen unternehmensübergreifenden Kontext zu stellen, wurde am 1. September 2021 im Kraftwerk Lippendorf ein fünfstündiger Workshop mit Unternehmensvertreter:innen durchgeführt, um auf diese Weise konkrete Ansatzpunkte für den Erhalt von Wertschöpfung und Beschäftigung zu skizzieren.

## 2 Regionale Verflechtung

Bei der Analyse der regionalen Verflechtungen geht es zentral um Unternehmensbezüge, die sich im Wesentlichen aus den bestehenden Geschäftsbeziehungen mit der MIBRAG als Ausgangspunkt der „Wertschöpfungskette Braunkohle“ und den daraus entstehenden Abhängigkeitsverhältnissen ergeben. Gleichfalls ergeben sich vor allem Pfadabhängigkeiten aus der Braunkohlenutzung in Kraftwerken. Aus dieser ökonomisch-strukturellen Verflechtung, die sowohl (technische) Zulieferer und Dienstleister für den Bergbau und die Kohleverstromung als auch Abnehmer von Koppelprodukten (REA-Gips, Prozesswärme, Dampf) sowie energieintensive Unternehmen (Anteil der Energiekosten an den Gesamtproduktionskosten beträgt mindestens 3 %) umfasst, können die direkten und indirekten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der Braunkohlewirtschaft in der Innovationsregion Mitteldeutschland abgeleitet werden.

### 2.1 Ökonomische Abhängigkeiten

Gemessen an der Fördermenge, der installierten Kraftwerksleistung, der Menge erzeugten Stroms und der Beschäftigtenzahl ist das Mitteldeutsche Revier das kleinste der drei deutschen Braunkohlereviere. Der Anteil der Braunkohlewirtschaft macht dabei 5 % des regionalen Bruttoinlandsprodukts (BIP) aus, rund 67 % entfallen auf das Dienstleistungsgewerbe und rund 33 % auf das produzierende Gewerbe.<sup>7</sup> Mit Blick auf die Beschäftigung ergeben sich für das Mitteldeutsche Revier die folgenden Zahlen (Stand 2018)<sup>8</sup>:

- ▶ 3.560 direkt Beschäftigte in Kohlebergbau, Bergbaudienstleistungen sowie Energieerzeugung am Arbeitsort Mitteldeutsches Revier; 3/4 davon in den drei Tagebaukreisen

---

<sup>7</sup> Oei, Pao-Yu; Lorenz, Casimir; Schmalz, Sophie; Brauers, Hanna; Herpich, Philipp; von Hirschhausen, Christian; Kemfert, Claudia; Dröschel, Barbara; Hildebrand, Jan; Horst, Juri; Klann, Uwe; Matschoss, Patrick; Porzig, Michael; Rau, Irina; Wern, Bernhard; Brautzsch, Hans-Ulrich; Heimpold, Gerhard; Heinisch, Katja; Holtemöller, Oliver; Schult, Christoph; Hermann, Hauke; Heyen, Dirk; Schumacher, Katja; Ziehm, Cornelia (2019): Klimaschutz und Kohleausstieg: Politische Strategien und Maßnahmen bis 2030 und darüber hinaus. Umweltbundesamt, Climate Change 27/2019, S. 25 – online unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-25\\_climate-change\\_27-2019\\_kohleausstieg\\_v2.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-25_climate-change_27-2019_kohleausstieg_v2.pdf)

<sup>8</sup> Da sich die Angaben zu den direkten, indirekten und induzierten Beschäftigten in der Braunkohlewirtschaft in dieser Studie weitgehend auf die Angaben gemäß „Kropp et al. 2019“ beziehen, werden hier und nachfolgend vor allem Daten für das Jahr 2018 genannt. Ein weiterer Rückgang der Beschäftigten ist aber zu beobachten. So weist zum Beispiel die Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. ([www.kohlenstatistik.de](http://www.kohlenstatistik.de)) für das Mitteldeutsche Revier einen Rückgang der Beschäftigten von 2.380 im Jahr 2018 auf 2.190 im Jahr 2020 aus (-8 %). Es sei angemerkt, dass die Beschäftigungsstatistik der Kohlenwirtschaft eine andere Abgrenzung vornimmt als bei Kropp et al., so dass der Wert geringer ausfällt als oben genannt.

- ▶ ca. 2.100 bis 3.600 weitere Beschäftigte aufgrund indirekter und induzierter Effekte; davon rund 2.000 in Zulieferunternehmen und rund 850 durch Konsumausgaben dieser Beschäftigten
- ▶ 27.389 Beschäftigte in energieintensiven Industrien am Arbeitsort<sup>9</sup>

Der Beschäftigungsmultiplikator der Braunkohlewirtschaft liegt insgesamt – unterschiedliche Untersuchungen kommen zu abweichenden Berechnungen – zwischen 1,2 bis ca. 2; im Vergleich werden der Verstromung größere indirekte Effekte zugesprochen als dem Tagebau.<sup>10</sup>

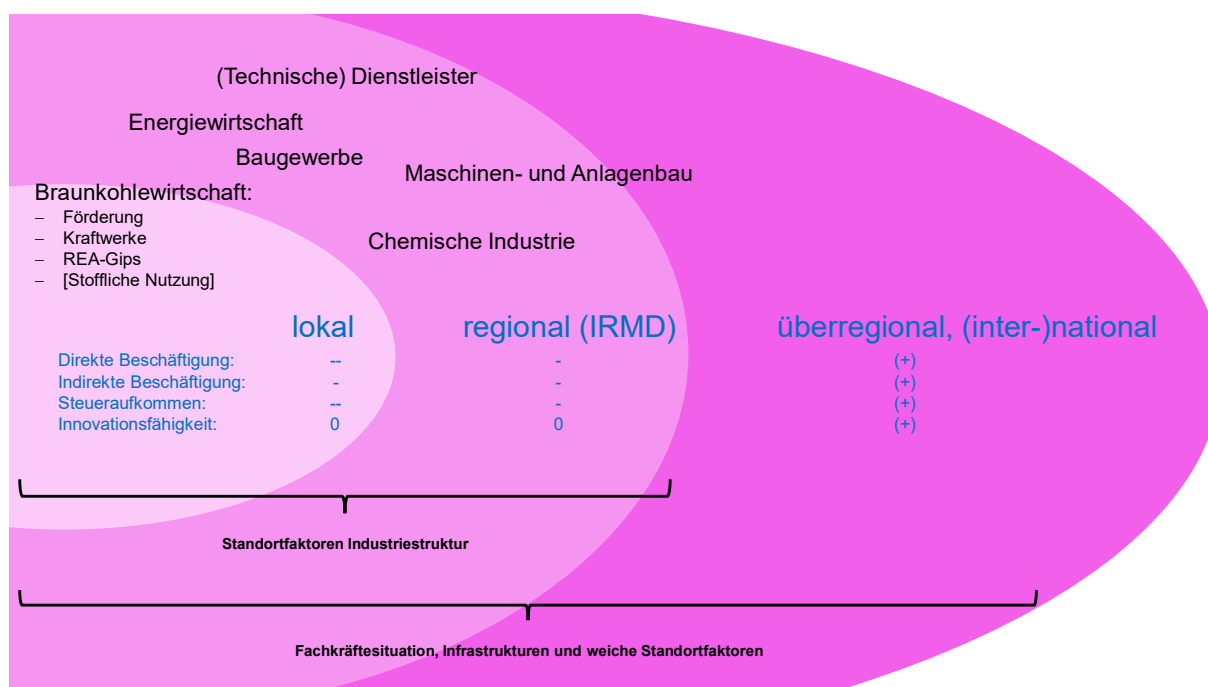
Dabei ist zu beachten, dass die absoluten Effekte im Laufe der kommenden Jahre mit hoher Wahrscheinlichkeit abnehmen werden, da mit nachlassenden Investitionen in der Braunkohlewirtschaft auch die sinkende Nachfrage nach Vorleistungen, wie Maschinen und Anlagen, technischen Services etc., einhergeht. Der Umstand, dass der Ausstieg aus der Braunkohleverstromung bis zu den Jahren 2034 bzw. 2035 (Abschaltung der Kraftwerke Schkopau und Lippendorf) erfolgt und relativ gesehen keinen kurzfristigen Schock auslöst, gibt den verflochtenen Unternehmen eine gewisse Zeit zum Gegensteuern. Sie haben somit die Möglichkeit, mit sofortiger Wirkung neue Kunden und Märkte zu gewinnen und den sukzessiven Verlust der Nachfrage aus der Braunkohlewirtschaft zu kompensieren. Abbildung 1 fasst die Effekte schematisch zusammen. Die negativen Auswirkungen manifestieren sich im Wesentlichen lokal und haben regional und überregional eine abnehmende Bedeutung. Überregional könnten Akteure theoretisch sogar von einem Niedergang der Braunkohlewirtschaft profitieren, wenn das Mitteldeutsche Revier dadurch an Attraktivität verliert und sich (wissensintensive) Firmen in anderen Regionen ansiedeln; dies gilt es zu vermeiden. Da die Braunkohlewirtschaft jedoch kein Treiber für Innovationen ist, ist der Einfluss ihrer weiteren Entwicklung auf wissensintensive und damit zukunftssträchtige Industrien gering.

---

<sup>9</sup> Kropp et al. 2019, S. 7S. 15

<sup>10</sup> Kropp et al. 2019, S. 13





**Abbildung 1:** Schematische Darstellung der lokalen, regionalen und überregionalen Bedeutung der Braunkohlewirtschaft und der Auswirkungen des Kohleausstiegs auf direkte/indirekte Beschäftigung, Steueraufkommen und Innovationsfähigkeit.

### Abhängigkeit der Teilregionen

Für das Mitteldeutsche Revier können, wie gezeigt wurde, die Beschäftigungseffekte der Braunkohlewirtschaft auf Basis einer Input-Output-Analyse approximativ berechnet werden. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Abhängigkeit der regionalen Wirtschaft von der Braunkohleindustrie insgesamt nicht stark ausgeprägt ist. Gleichwohl können, lokal oder auf Ebene der einzelnen Landkreise des Reviers, die Abhängigkeiten unterschiedlich ausfallen und gegebenenfalls deutlich überdurchschnittliche Werte erreichen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie stark die Beschäftigungswirkung der Braunkohlewirtschaft in den Teilregionen des Reviers einzuschätzen ist. Eine weitere Regionalisierung der Input-Output-Analyse ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich sodass sie nur dort herangezogen werden kann, wo in einzelnen Fällen Unternehmen aus dem Kreis der braunkohlewirtschaftlichen Akteure andere wissenschaftliche Institute beauftragt haben, für ihr Unternehmen entsprechende Berechnungen vorzulegen. Daher wird im Weiteren der Weg verfolgt, die direkt Beschäftigten der relevanten Unternehmen der Braunkohlewirtschaft zu identifizieren<sup>11</sup> und diese den einzelnen Landkreisen zuzuordnen. Auf dieser Basis wurde in einem folgenden Schritt mithilfe eines Beschäftigungsmultiplikators, wie er in den einschlägigen Input-Output-Analysen für das gesamte Revier berechnet wurde, der Beschäftigungseffekt für jede einzelne Teilregion des Reviers ermittelt. Dabei wird sowohl ein geringer (Multiplikator = 1,2) als auch ein größerer Beschäftigungseffekt (Multiplikator = 2,0) berücksichtigt.

<sup>11</sup> Die Identifizierung der Anzahl der Beschäftigten pro Unternehmen erfolgte im Rahmen der vom Auftragnehmer durchgeführten Interviews und auf Basis von Recherchen in Unternehmensdatenbanken. In wenigen Fällen wurde die Anzahl geschätzt.

Für diesen pragmatischen Ansatz war es zunächst erforderlich, die relevanten Unternehmen der regionalen Braunkohlewirtschaft zu bestimmen. Dieser Unternehmensverbund wird im Folgenden als „Braunkohlekomplex“ bezeichnet. Da durch die Verwendung eines Beschäftigungsmultiplikators auch die Unternehmen aus den Zulieferketten der Braunkohleunternehmen einbezogen werden, werden diese zur Vermeidung von Doppelzählungen an dieser Stelle nicht berücksichtigt. Zum Braunkohlekomplex zählen in diesem Zusammenhang daher folgende Unternehmen:

- ▶ Unternehmen der Braunkohleförderung,
- ▶ Töchter – Kapitalbeteiligungen von mindestens 50 % – von Unternehmen der Braunkohleförderung,
- ▶ Braunkohlekraftwerke,
- ▶ andere Unternehmen mit Eigenstrom-/wärmeversorgung durch Braunkohlekraftwerke,
- ▶ sonstige Unternehmen mit Kerngeschäft im Braunkohlebereich, einschließlich REA-Gips und Montanwachs.<sup>12</sup>

In den Teilregionen des Mitteldeutschen Reviers repräsentieren diese Unternehmen rund 5.895 (direkt) Beschäftigte.<sup>13</sup> Tabelle 1 zeigt, wie sich diese Gesamtbeschäftigung auf die einzelnen Teilregionen des Reviers aufteilt:

---

<sup>12</sup> Die Gewinnung von Montanwachs basiert auf der stofflichen Nutzung von Braunkohle, *die nicht unter den gesetzlichen Ausstieg aus der Braunkohleverstromung fällt*. Allerdings wird für die Wachsextraktion in großem Umfang Prozesswärme benötigt, die bisher aus der thermischen Verwertung der extrahierten Braunkohle stammte (siehe dazu auch den gesonderten Abschnitt zur Romonta GmbH).

<sup>13</sup> Die deutliche Abweichung von der Anzahl der direkt Beschäftigten im Rahmen der Input-Output-Analyse erklärt sich vornehmlich durch die Einbeziehung von Unternehmen mit anderem Unternehmenszweck, die aber über eigene Kraftwerkskapazitäten verfügen und Unternehmen, deren Geschäftsmodell sich auf die Verwertung von Koppelprodukten beziehen.

**Tabelle 1:** Übersicht über die Beschäftigten in den 7 Landkreisen der Innovationsregion Mitteldeutschland/dem Mitteldeutschen Revier sowie Halle und Leipzig und Berechnung der Beschäftigungseffekte des Braunkohlekomplexes auf Ebene der Kreise/Städte (Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen).

Landkreise + Kreisfreie Städte	Beschäftigung insgesamt (30.06.2020)	Beschäftigung im Produzierenden Gewerbe (PG) (30.06.2020)	Beschäftigung im Braunkohle- komplex (BK)	Anteil Besch. im BK an Besch. insgesamt in %	Anteil Besch. im BK an Besch. im PG in %	Beschäftigungseffekt des BK (BKB; Multiplikator <sup>2</sup> = 1,2, 2,0)		Anteil BKB an Beschäftigten insgesamt in %	
						1,2	2,0	1,2	2,0
Burgenlandkreis	57.945	18.673	3.670	6,3 %	19,7 %	4.404	7.340	7,6 %	12,7 %
Stadt Leipzig	274.915	42.476	687	0,2 %	1,6 %	824	1.374	0,3 %	0,5 %
Kreis Leipzig <sup>1</sup>	78.912	25.456	588	0,7 %	2,3 %	706	1.176	0,9 %	1,5 %
Saalekreis	69.012	23.462	550	0,8 %	2,3 %	660	1.100	1,0 %	1,6 %
Mansfeld-Südharz	41.087	12.647	400	0,9 %	3,2 %	480	800	1,2 %	1,9 %
Anhalt-Bitterfeld	55.852	20.585	--	--	--	--	--	--	--
Stadt Halle	98.072	11.355	--	--	--	--	--	--	--
Nordsachsen	74.172	21.431	--	--	--	--	--	--	--
Altenburger Land	27.447	10.270	--	--	--	--	--	--	--

<sup>1</sup> Wenn für den Landkreis Leipzig angenommen wird, dass schätzungsweise 400 Beschäftigte im Tagebau „Vereinigtes Schleenhain“ tätig sind, die aber formell nicht an diesem Standort gezählt werden, weil sie der MIBRAG GmbH mit Sitz in Zeitz (Burgenlandkreis) zugerechnet werden, ergibt sich ein Anteil von rund 4 % an den Industriebeschäftigten insgesamt, sodass auch hier ein nennenswerter Beschäftigungsanteil zu verorten ist.

<sup>2</sup> Einzelne Teile des Braunkohlekomplexes können auch höhere Beschäftigungsmultiplikatoren als 2,0 aufweisen, wie im Text gesondert für Kraftwerke, Gips- und Zuckerindustrie beschrieben. Angesichts der hier dargestellten Schwankungsbreite zwischen 1,2 und 2,0 kann dieser Effekt in der Gesamtbetrachtung nicht sinnvoll gesondert ausgewiesen werden.

Dabei hat der Burgenlandkreis die höchste Anzahl der direkt Beschäftigten im Braunkohlekomplex (3.670), während in anderen Landkreisen die Zahl der Beschäftigten zwischen 400 und 687 Arbeitskräften variiert oder keine Beschäftigung im Bereich des Braunkohlekomplexes erkennbar ist. Bis auf den Burgenlandkreis und mit Abstand den Landkreisen Mansfeld-Südharz sind teilregional daher nur relativ geringe Anteile an den Industriebeschäftigten (insgesamt) zu verzeichnen, die auf Unternehmen des Braunkohlekomplexes zurückzuführen sind. Wenn jedoch für den Landkreis Leipzig angenommen wird, dass schätzungsweise 400 Beschäftigte<sup>14</sup> im Tagebau „Vereinigtes Schleenhain“ tätig sind, die aber formell nicht an diesem Standort gezählt werden, weil sie der MIBRAG mit Sitz in Zeitz (Burgenlandkreis) zugerechnet werden, ergibt sich ein Anteil von rund 4 % an den Industriebeschäftigten insgesamt, sodass auch hier ein nennenswerter Beschäftigungsanteil zu verorten ist. Da diese Beschäftigten vermutlich zu großen Teilen im Landkreis Leipzig wohnen und eine durchschnittliche Haushaltsgröße von zwei Personen zu veranschlagen ist, dürfte ein vollständiger Verlust dieser Arbeitsplätze mit deutlichen Auswirkungen auf die örtliche Nachfrage und kommunale Daseinsvorsorge verbunden sein. Von einer existenziellen Gefährdung des Landkreises Leipzig durch den Ausstieg aus der Braunkohle kann aber auch unter Berücksichtigung dieser Aspekte keine Rede sein.

Dieses Bild bestätigt sich, wenn auch die Beschäftigungswirkungen der Vorleistungen und Konsumausgaben der Beschäftigten im Bereich des Braunkohlekomplexes einbezogen werden. Für diesen Zweck wird ein Beschäftigungsmultiplikator verwendet, der aus den vorliegenden Input-Output-Analysen zum Mitteldeutschen Revier übernommen wird.<sup>15</sup> Dieser Multiplikator gibt an, wie viele Beschäftigte in einem gegebenen Wirtschaftsraum mit jedem direkt Beschäftigten eines Wirtschaftszweiges indirekt und induziert verbunden sind. Dieser liegt insgesamt – unterschiedliche Untersuchungen kommen zu abweichenden Berechnungen – zwischen 1,2 und ca. 2. Um die Spannweite der Effekte zu berücksichtigen, wurden die teilregionalen Berechnungen sowohl mit einem Beschäftigungsmultiplikator von 1,2 als auch mit einem Beschäftigungsmultiplikator von 2,0 durchgeführt. Da es sich hier um eine Schätzung der regionalen Beschäftigungswirkungen handelt, ist zu berücksichtigen, dass die jeweiligen Vorleistungsverflechtungen weit über die einzelnen Teilregionen und zum Teil auch über die gesamte mitteldeutsche Region hinausgehen. Insofern dürften die Ergebnisse der Ermittlung der teilregionalen Beschäftigungseffekte als das obere Limit der Beschäftigungswirkungen des Braunkohlekomplexes zu interpretieren sein. Die direkten, indirekten und induzierten Beschäftigungseffekte sind für die Teilregionen der IRMD in Tabelle 1 ausgewiesen. **Zu den 5.895 direkt Beschäftigten im Braunkohlekomplex in der IRMD kommen somit noch zwischen 7.7074 und 11.790 indirekt/induziert Beschäftigte.**

---

<sup>14</sup> Diese Zahl ist eine Abschätzung aus der Gesamtbeschäftigtenzahl von 1.700 der MIBRAG und der vermuteten Aufteilung (gemäß Fördermengen) auf die Tagebaue Vereinigtes Schleenhain (11 Mio. t) und Profen 8 Mio t).

<sup>15</sup> Vgl. Frondel, Manuel; Budde, Rüdiger; Dehio, Jochen; Janßen-Timmen, Roland; Rothgang, Michael; Schmidt, Torsten (2018): Erarbeitung aktueller vergleichender Strukturdaten für die deutschen Braunkohleregionen. RWI Projektbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, S. 39 f. und Kropp et al. 2019, S. 12

Auch unter Berücksichtigung dieser indirekten und induzierten Beschäftigungseffekte zeigt sich: Die Abhängigkeit der Beschäftigung von den Unternehmen des Braunkohlekomplexes ist – mit Ausnahme der aktiven Tagebaukreise – nur gering ausgeprägt. Der geplante Ausstieg aus der Braunkohlewirtschaft stellt in der Region Mitteldeutschland unter dem Gesichtspunkt der Beschäftigungswirkungen nur im Burgenlandkreis und – hier bereits mit Abstrichen – im Landkreis Leipzig eine größere regionalpolitische Herausforderung dar.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass sich lokal/kommunal abweichende Situationen ergeben können, da für einige Unternehmen höhere Beschäftigungsmultiplikatoren anzusetzen sind (siehe dazu auch Kapitel 2.2 und 2.3). Dies gilt für die Kraftwerke Schkopau mit 150 Beschäftigten und Lippendorf (250 Beschäftigte), für die als Unternehmen der Energiewirtschaft ein Multiplikator von 2,5 angesetzt wird;<sup>16</sup> **insgesamt hängen zusätzlich also 375 bzw. 625 Arbeitsplätze von den beiden Kraftwerken ab.** Auch für Gipswerke wird mit 3,7 ein höherer Beschäftigungsmultiplikator angesetzt; für den Standort Rottleberode ergibt sich bei **250 Beschäftigten eine Gesamtzahl von 925 indirekt abhängigen und induzierten Arbeitsplätzen.** Den höchsten Multiplikator erreicht mit 7,2 die Zuckerfabrik in Zeitz, sodass sich für die **200 direkt Beschäftigten insgesamt 1.440 indirekte/induzierte Arbeitsverhältnisse ergeben;** vorwiegend in der landwirtschaftlichen Zuckerrübenproduktion.

Eine Sonderrolle unter den Tagebaukreisen nimmt der Landkreis Mansfeld-Südharz ein, da die Braunkohle von der dort ansässigen Romonta GmbH für die stoffliche Nutzung und erst in zweiter Linie für die Erzeugung von Prozesswärme und Strom verwendet wird.<sup>17</sup> Die großindustrielle Gewinnung von Montanwachs findet bereits seit 1922 am Standort der heutigen ROMONTA GmbH statt und hat heute etwa 400 Beschäftigte. Im Jahr 2020 wurde die Romonta Unternehmensgruppe von einem Konsortium um die GETEC Energie Holding GmbH übernommen. Mit einem Weltmarktanteil in der Sparte Montanwachs von fast 90 % ist Romonta ohne Frage ein Hidden Champion. In der Verbundkette der Braunkohlenutzung wird die gesamte, aus dem eigenen Tagebau (ca. 500 Tsd. t Jahresförderleistung) geförderte Rohbraunkohle ausschließlich für den Wachsgewinnungsprozess gewonnen. Die nach der Wachsgewinnung zwangsläufig verbleibende Restkohle wird derzeit technologisch effizient zur Prozesswärmegewinnung und Stromerzeugung für den Eigenbedarf, sowie der Einspeisung der überschüssigen Strommenge in das öffentliche Netz verwertet. Zur Sicherstellung der weiteren Montanwachserzeugung am Standort wird die bisherige Kohleverbrennung durch eine thermische Reststoffverwertungsanlage ersetzt. Im Juni 2021 erfolgte dazu bereits die Grundsteinlegung für den Neubau eines Ersatzbrennstoffkraftwerks, welches Mitte 2024 in Betrieb gestellt werden soll. Mit dieser Inbetriebnahme und der genehmigungsrechtlichen Schaffung der Möglichkeit die Restkohle wieder in den Tagebau zurückzuführen, werden die Voraussetzungen geschaffen, die Kohleverbrennungsanlagen sukzessive außer Betrieb zu nehmen. Der Kraftwerksneubau, mit einer Investitionssumme in Höhe von ca. 80 Mio. Euro wird als klares Bekenntnis zum

---

<sup>16</sup> Kropp et al. 2019, S. 13; der Multiplikator wurde von leitenden Vertretern regionaler Kraftwerke genannt.

<sup>17</sup> Alle Angaben stammen, soweit nicht anders referenziert, aus der Fallstudie vom Juli 2021.

Standort der ROMONTA im Landkreis Mansfeld-Südharz verstanden, einem der am stärksten vom demografischen Wandel betroffenen Kreise in Deutschland. Mit der Stilllegung der Kohleverbrennung, entfallen die Zusatzbelastungen aus dem Kauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten. Diese werden bis zum Jahr 2024 mit noch ca. 70 Mio. Euro das Unternehmen belasten, da der Zertifikatspreis pro Tonne CO<sub>2</sub> von 25 – 28 Euro auf mittlerweile rund 60 Euro – Stand August 2021 – gestiegen ist. Insgesamt belaufen sich somit die Zusatzbelastungen (Investitionen und Kostenbelastung aus CO<sub>2</sub>) auf rund 150 Mio. Euro. Durch den sukzessiven Ausstieg aus der thermischen Restkohleverwertung ab 2024 bleibt die überbetriebliche Wertschöpfung inkl. der Braunkohlegewinnung und -veredelung im Kern erhalten, sodass auch die Zulieferer- und Dienstleistungsstrukturen (technische Services, Wartung, Instandhaltung etc.) weitgehend fortbestehen können. Romonta kauft technische Dienstleistungen im Wert von rund 10 Mio. Euro pro Jahr bei meist langjährigen Partnerunternehmen in der Region ein, für die diese Aufträge oftmals einen Großteil des Umsatzes ausmachen. Für den Fall, dass die Services nicht mehr oder nicht mehr in diesem Umfang benötigt werden, entwickelt Romonta am Standort eigene aber auch mit seinen Partnerunternehmen angepasste bzw. alternative Geschäftsmodelle (aktive Gestaltung des Strukturwandels). Romonta verfügt über eine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung und wurde im Jahr 2020 mit dem Forschungssiegel des Stifterverbandes ausgezeichnet. Regelmäßige Forschungs Kooperationen bestehen mit der Hochschule Merseburg und der Universität Halle-Wittenberg sowie der Technischen Universität Bergakademie Freiberg. Auch in der Verfahrenstechnik sind Fortschritte möglich, wie die von der Firma EPC Engineering & Technologies GmbH im Rahmen des ibi-Projektes gemeinsam entwickelte Fest-Flüssig-Extraktion zur Montanwachsgewinnung bei abnehmendem Wachsgehalt zeigt.<sup>18</sup>

Die Einsparung fossiler Grundstoffe und ihr Ersatz durch nachwachsende Rohstoffe im Sinne einer „bio-based Economy“ wird bis auf Weiteres voraussichtlich nur schrittweise gelingen. Hier ist mit Blick auf die ökonomischen und nachhaltigkeitswirksamen Effekte eine kritische Abwägung zwischen „klassischen“ fossilen Rohstoffen auf Erdölbasis und der Kohleveredelung notwendig; je nach Ergebnis kann es dabei unter Umständen gelingen, die Kohleveredelung als „Brückentechnologie“ zu positionieren. Der Beschluss zum Kohleausstieg lässt jedoch darauf schließen, dass ein solcher Weg mit hohen Unsicherheiten behaftet ist und die Entwicklung bzw. wettbewerbsfähige, großindustrielle stoffliche Verwertung der Braunkohle – bis auf die bereits beschriebene Montanwachsgewinnung – allein aus Kostengründen fraglich erscheinen lässt, zumal – wie in der Vergangenheit – keine Autarkiebestrebungen in der Politik erkennbar sind (siehe Nord Stream 2<sup>19</sup>).

---

<sup>18</sup> Siehe Webseite der EPC Engineering & Technologies GmbH: <https://www.epc.com/chemie/anlagen-fuer/montanwachs-fest-fluessig-extraktion/>

<sup>19</sup> Nord Stream 2 AG (2021): Offshore-Teil des zweiten Strangs von Nord Stream 2 mittels Überwasserschweißnaht fertiggestellt. Pressemeldung vom 10.09.2021 – online unter <https://www.nord-stream2.com/de/media-info/neuigkeiten/offshore-teil-des-zweiten-strangs-von-nord-stream-2-mittels-uberwasserschweinaht-fertiggestellt-152/>

## 2.2 Verflechtungen innerhalb der regionalen Braunkohlewirtschaft

Der Braunkohlekomplex im Mitteldeutschen Revier wird dominiert von einem Firmenkonglomerat, in dessen Zentrum die beiden Unternehmen MIBRAG und LEAG mit dem gemeinsamen Eigner EPH Energetický a průmyslový Holding stehen (Abbildung 3). Die MIBRAG<sup>20</sup> als Betreiberin der beiden aktiven Tagebaue Vereinigtes Schleenhain im Landkreis Leipzig und Profen im Burgenlandkreis (sowie zu einem kleinen Teil im Landkreis Leipzig) stellt mit der Braunkohle die gesamte Grundlage der Braunkohlewirtschaft und des Braunkohlekomplexes bereit. Für die beiden von der MIBRAG betriebenen Tagebaue ergeben sich die in Abbildung 2 dargestellten Gesamtabflüsse.<sup>21</sup> Das Kraftwerk Deuben wird bereits Ende 2021 außer Betrieb gestellt. Wenngleich der Schwerpunkt im Mitteldeutschen Revier liegt, wird auch das Heizkraftwerk Chemnitz mit Braunkohle aus dem Tagebau Profen beliefert. Aktuelle Überlegungen des Betreibers Eins Energie in Sachsen GmbH & Co. KG legen nahe, dass bereits 2023 die vollständige Abschaltung erfolgen könnte (bisher blockweise 2023 bzw. 2029).

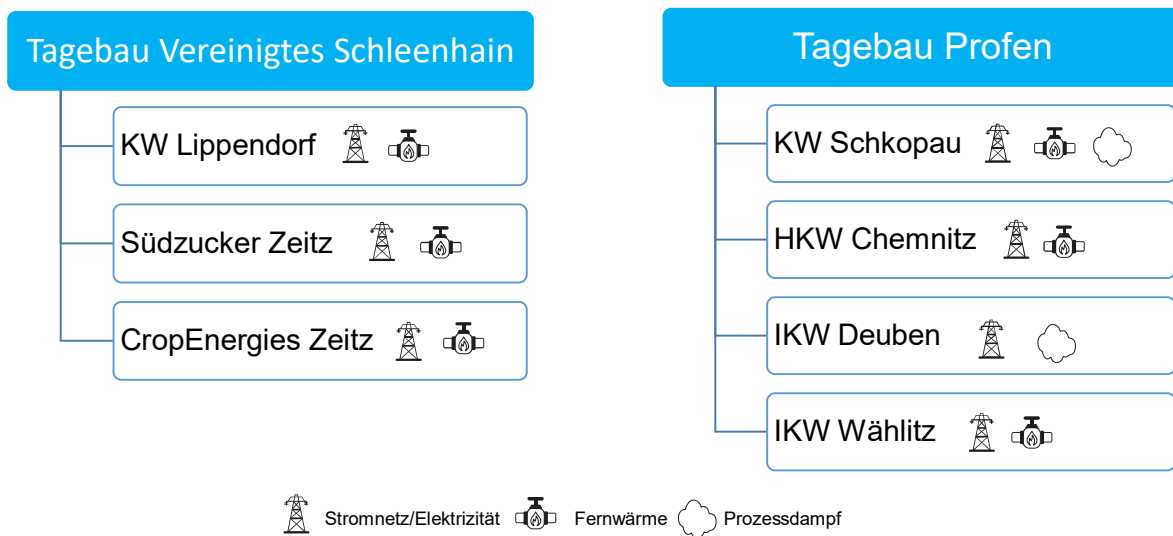
Die MIBRAG ist gleichermaßen das Ankerunternehmen des Braunkohlekomplexes im Mitteldeutschen Revier. Ihr jährliches Einkaufsvolumen liegt bei etwa 150 Mio. Euro, wovon rund 26 Mio. Euro auf Investitionen und 124 Mio. Euro auf Aufwendungen entfallen. Die MIBRAG ist dabei Geschäftspartnerin von 340 Firmen in Sachsen-Anhalt, 445 Firmen in Sachsen und 96 Firmen in Thüringen. Zur regionalen Wertschöpfung tragen zudem die jährlich etwa 113 Mio. Euro Personalkosten für die rund 1.700 Beschäftigten bei (alle Zahlen Stand 31.12.2020). Bei Betrachtung der MIBRAG-Gruppe (Abbildung 3) erhöhen sich die Werte noch einmal erkennbar.<sup>22</sup>

---

<sup>20</sup> Alle Angaben, soweit nicht anders referenziert, auf Basis der qualitativen Fallstudie vom Juni 2021.

<sup>21</sup> MIBRAG (2021): Firmenpräsentation. Stand vom 14.06.2021. Zeitz

<sup>22</sup> MIBRAG (2021): Firmenpräsentation. Stand vom 14.06.2021. Zeitz



**Abbildung 2:** Absatzflussbilder der beiden von der MIBRAG betriebenen Tagebaue Vereinigtes Schleenhain und Profen. (KW = Kraftwerk; HKW = Heizkraftwerk; IKW = Industriekraftwerk; eigene Darstellung nach MIBRAG 2021).

Besonders hervorzuheben sind neben der MIBRAG die beiden großen Kraftwerke in Schkopau und Lippendorf als zentrale Orte der Kohleverstromung. Das Kraftwerk Schkopau<sup>23</sup> verfügt über eine installierte elektrische Nettoleistung von 900 MW in zwei Blöcken, die in den Jahren 1995 und 1996 in Betrieb gingen.<sup>24</sup> Die Gesamtinvestitionssumme belief sich auf rund 1,3 Mrd. Euro. Das Kraftwerk ist für den schnellen Mittellastbetrieb ausgelegt und kann von den rund 150 Beschäftigten (**der Beschäftigungsmultiplikator liegt typisch für Kraftwerke bei 2,5**) entsprechend flexibel betrieben werden. Als Brennstoff dient von der MIBRAG gelieferte Braunkohle (bis zu 20.000 t pro Tag), die aus dem Zeitzer Tagebau Profen stammt. Das Kraftwerk geht gemäß Kohleausstiegsgesetz Ende 2034 vom Netz. Eigner waren bis zum 30.09.2021 der Konzern UNIPER und mit 41,9 % die Saale Energie GmbH. Zum 01.10.2021 erfolgte ein vollständiger Übergang auf die Saale Energie GmbH. Das Kraftwerk speist den Strom in das Einphasenwechselstromnetz der Deutsche Bahn AG und liefert damit rund 5 % des bundesweit benötigten Bahnstroms. Darüber hinaus wird Strom in das öffentliche Netz gespeist und Prozessdampf für die chemische Industrie aus den Anlagen ausgekoppelt.

Das Kraftwerk Lippendorf<sup>25</sup> verfügt über eine installierte Gesamtleistung von 1.850 MW und ist ein Gemeinschaftskraftwerk der LEAG sowie der in Karlsruhe ansässigen EnBW AG, das von der LEAG mit rund 250 Beschäftigten operativ betrieben wird. Die Gesamtinvestitionssumme belief sich auf rund 2,3 Mrd. Euro. Das Kraftwerk ging im Jahr 1999 ans Netz und ist als Grundlastkraftwerk ausgelegt, das zwischen 17 % und 105 % Last flexibel betrieben werden kann. Als Brennstoff dient von der MIBRAG gelieferte Braunkohle; der tägliche Bedarf von bis zu 34.000 t wird über eine Bandförderanlage

<sup>23</sup> Alle Angaben, soweit nicht anders referenziert, auf Basis der qualitativen Fallstudie vom Juli 2021.

<sup>24</sup> <https://www.uniper.energy/de/kraftwerk-schkopau>

<sup>25</sup> Alle Angaben, soweit nicht anders referenziert, auf Basis der qualitativen Fallstudie vom Juni 2021.



direkt aus dem ca. 11 km entfernten Tagebau Schleenhain gedeckt.<sup>26</sup> Das Kraftwerk geht in dieser Form Ende des Jahres 2035 vom Netz. Die Abwärme des Kraftwerks Lippendorf speist das Fernwärmenetz der Stadt Leipzig (80 % des aktuellen Bedarfs) und weiterer Gemeinden. Der Vertrag mit der Stadt Leipzig läuft bis Ende 2025; für die Zeit danach bauen die Stadtwerke Leipzig ein großes Gaskraftwerk sowie mehrere kleinere Blockheizkraftwerke im Stadtgebiet. Zudem werden die Stadt Böhlen und die Gemeinde Neukieritzsch über die GETEC-Gruppe mit Fernwärme versorgt, welche über die LEAG-eigenen Trassen bereitgestellt wird. Diese Trassen werden als Infrastruktur auch in Zukunft von großer Bedeutung sein und können unabhängig vom Kraftwerk Lippendorf genutzt werden. Industrielle Abnehmer für Prozesswärme oder -dampf für das Kraftwerk Lippendorf existieren nicht. Ebenso wenig gibt es energieintensive Kunden, die mit einer eigenen Leitung (direkt) versorgt werden. Stattdessen wird der Strom in das Übertragungsnetz des Netzbetreibers 50 Hertz eingespeist. Als Koppelprodukt wird wie in Schkopau der REA-Gips genutzt. Ebenso findet eine thermische Entsorgung von Klärschlamm statt, für die jedoch ein schrittweiser Ausstieg absehbar ist. Bereits im Jahr 2023 werden die Klärschlämme unter anderem aus Leipzig und Halle im Chemiepark Bitterfeld-Wolfen entsorgt.<sup>27</sup> Dort entsteht eine der größten Klärschlammbehandlungsanlagen Deutschlands und somit eine zentrale Entsorgungsmöglichkeit für ganz Mitteldeutschland mit einer Jahreskapazität von 260.000 t. Darüber hinaus sind Anbieter, wie die Veolia Klärschlammverwertung Deutschland GmbH mit Sitz in Markranstädt bei Leipzig, als Komplettanbieter für Transport und Verwertung von Klärschlämmen sowie der Rohstoffrückgewinnung aus Klärschlamm tätig.<sup>28</sup> Im Lausitzer Revier baut Veolia eine Trocknungsanlage für Klärschlamm, der sodann im benachbarten Kraftwerk Boxberg verfeuert wird. Mit der Investition von rund 10 Mio. Euro entstehen am Standort dabei aber lediglich drei Arbeitsplätze.<sup>29</sup>

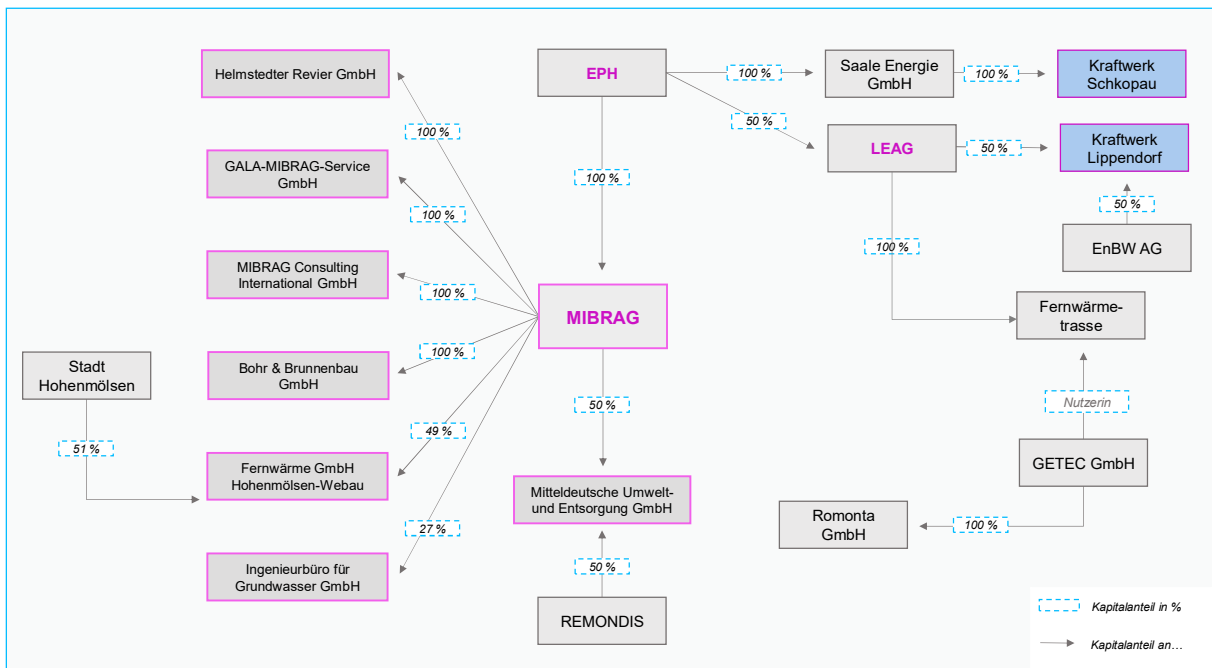
---

<sup>26</sup> Webseite der LEAG: <https://www.leag.de/de/geschaeftsfelder/kraftwerke/kraftwerk-lippendorf/>

<sup>27</sup> Leipziger Zeitung (2020): Ab 2023 werden die Leipziger Klärschlämme in Bitterfeld-Wolfen weiterverwertet. Beitrag vom 11.09.2020 – online unter <https://www.l-iz.de/wirtschaft/metropolregion/2020/09/Ab-2023-werden-die-Leipziger-Klaerschlaemme-in-Bitterfeld-Wolfen-weiterverwertet-348097>

<sup>28</sup> Webseite der VKD GmbH: <https://www.veolia.de/vkd-klaerschlam>

<sup>29</sup> Walter, Uwe (2021): Klärschlamm heizt Kraftwerk Boxberg ein. MDR Sachsen vom 29.06.2021 – online unter <https://www.mdr.de/nachrichten/sachsen/bautzen/goerlitz-weisswasser-zittau/klaerschlam-trocknungsanlage-kraftwerk-boxberg-100.html>



**Abbildung 3:** Verflechtung des Kerns der Braunkohlewirtschaft im Mitteldeutschen Revier in Kapitalanteilen (eigene Darstellung).

## 2.3 Verflechtungen der regionalen Wirtschaft mit der Braunkohlewirtschaft

Die Verflechtungen innerhalb des Braunkohlekomplexes sind vielfältig und stark ausgeprägt. Neben den Besitzverflechtungen von LEAG und MIBRAG mitsamt den Tochterunternehmen (siehe oben) existieren zahlreiche Wertschöpfungsabhängigkeiten, die in Abbildung 4 zusammenfassend dargestellt sind. Wie beschrieben, kommt den Kraftwerken als „multiple Dienstleister“ eine Schlüsselfunktion zu. Neben der Erzeugung von Strom und Fernwärme kommt ihnen bisher eine Rolle bei der Mitverbrennung und somit Entsorgung von Klärschlamm zu. Ebenso stellen sie Prozesswärme für die Industrie und – im Falle des Kraftwerks Schkopau – Prozessdampf für die chemische Industrie („Steam Cracker“) bereit. Als Prozesswärme werden in KWK-Prozessen im Schnitt 200 t hochenergetischer Prozessdampf (18 bar, 253 °C) pro Stunde für die chemische Industrie aus den Anlagen ausgekoppelt. Für die großtechnische und wirtschaftliche Erzeugung solcher Dampfmenen steht heute nur die Nutzung fossiler Energieträger zur Verfügung. Die Chemiewerke verfügen über Besicherungen zur Erzeugung von Dampf für den Fall eines Kraftwerksausfalls, doch werden dort ebenfalls fossile Brennstoffe genutzt.

Ein weiteres wichtiges Produkt für die Wertschöpfung ist Gips, der durch die Rauchgasentschwefelung (REA-Gips, siehe auch Abbildung 5) entsteht. Der Bedarf an Gips beträgt in Deutschland pro Jahr rund 10 Mio. t, von denen gut die Hälfte aus der REA von (Braun-) Kohlekraftwerken in Deutschland stammt, die andere Hälfte wird aus Naturgipsvorkommen gedeckt.<sup>30</sup> Ohne REA-Gips ergibt sich somit eine Versorgungslücke

<sup>30</sup> Alle Angaben, soweit nicht anders referenziert, auf Basis der qualitativen Fallstudie Knauf KG, Werk Rottleberode, vom Mai 2021.

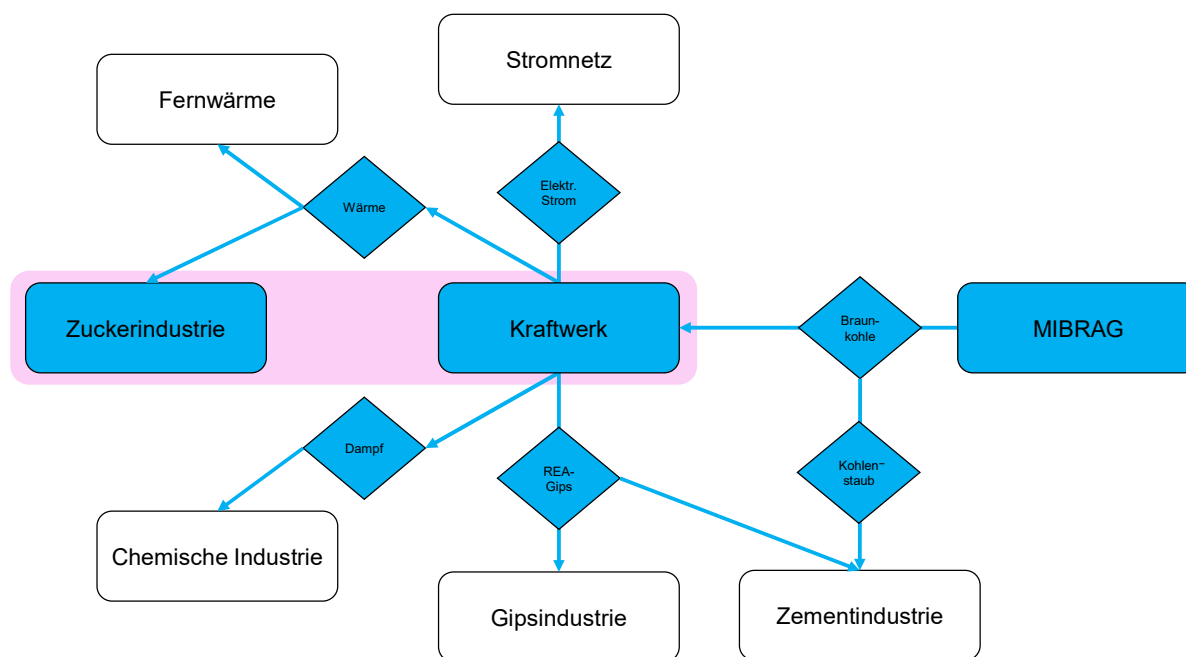
von rund 5,5 Mio. t, die anderweitig gedeckt werden muss. Das Recycling von Gips ist technisch möglich, aber es gibt zu wenig Altmaterial, das verwertet werden kann: Es fallen rund 500 Tsd. t p. a. an, von denen sich 150 Tsd. bis perspektivisch 300 Tsd. t nutzen lassen. Die MUEG Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH hat im Jahr 2014 nach zweijähriger Entwicklungszeit in Großpösna in der Nähe von Leipzig eine entsprechende Anlage in Betrieb genommen. Beim Gipsrecycling scheint es notwendig, gewisse Grenzwerte für Verunreinigungen festzulegen, da der Aufwand der rückstandsfreien Aufreinigung sonst sehr hoch und damit unwirtschaftlich ist. Skandinavien, Großbritannien, Irland oder Frankreich recyceln Gips schon seit langem großtechnisch, wobei die Qualitätsanforderungen geringer sind als in Deutschland. Die Beimischung anderer Materialien, wie Lehm oder Pflanzenfasern, ist nicht beliebig möglich, da sich die Brandschutzanforderungen nicht mehr erfüllen lassen. Auch Phosphorgips aus chemischen Prozessen ist aufgrund der radioaktiven Belastung ungeeignet, sodass nach Ansicht der Gipsindustrie nur die Ausbeutung der Naturvorkommen wie im Südharz infrage kommt; Alternativen sind der CO<sub>2</sub>-intensive Import von REA-Gips aus ausländischen Kohlekraftwerken oder von Naturgips aus anderen Ländern. Beansprucht würden nach Aussage der Industrie rund 0,15 % der Fläche im Naturschutzgebiet<sup>31</sup> – insgesamt sind demnach 120 bis 140 ha Fläche für den Gipsabbau nutzbar. Um 1 Mio. t Gips zu fördern, ist bei einer Schichtdicke von 20 bis 25 m eine Fläche von 250.000 m<sup>2</sup> nötig (500 x 500 m). Mit dem absehbaren Ende der Braunkohleverstromung und der Erzeugung von REA-Gips muss ein Ausgleich zwischen Naturschutz (Naturgips), Klimaschutz (Dekarbonisierung), Gesundheitsschutz (Grenzwerte Recycling) und Rohstoffversorgung erfolgen.

Der REA-Gips wird nicht nur von der Gips-, sondern auch von der Zementindustrie genutzt. Die Beimischung (rund 5 %) ist nötig, um die Erstarrungseigenschaften zu verbessern. Ferner nutzt die Zementindustrie Braunkohlestaub für den Brennvorgang im Drehrohrofen und zum notwendigen Kohlenstoffeintrag. Die meisten Zementwerke sind nach der Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchV) genehmigte Mitverbrennungsanlagen, sodass sie Abfälle als Sekundärbrennstoffe einsetzen dürfen. Hierbei sind Anteile von bis zu 100 % der sogenannten Ersatzbrennstoffe (EBS) möglich.<sup>32</sup> Die OPTERRA Zement GmbH setzt am Standort Karsdorf teilweise EBS ein; allerdings ist deren Anteil anlagentechnisch limitiert, sodass das Werk vorerst weiterhin auf den Primärbrennstoff Braunkohlenstaub angewiesen ist.

---

<sup>31</sup> Siehe dazu auch Seidler, Christoph (2016): Gips doch gar nicht! Der Spiegel vom 19.06.2016 – online unter <https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/thueringen-gips-abbau-im-suedharz-sorgt-fuer-zoff-a-1081600.html>

<sup>32</sup> Siehe hierzu auch die Webseite des Vereins Deutscher Zementwerke: <https://www.vdz-online.de/zementindustrie/energieeffizienz>



**Abbildung 4:** Schematische Darstellung der zentralen Wertschöpfungskette der Braunkohlewirtschaft ohne stoffliche Nutzung (eigene Darstellung).

### Industrien mit einem überdurchschnittlichen Beschäftigungsmultiplikator

Die weltweit tätige Südzucker AG ist mit einem Standort im Mitteldeutschen Revier vertreten. In Zeitz werden seit dem Jahr 1993 von rund 200 Beschäftigten jährlich bis zu 270.000 t Zucker und seit 2016 in der Weizenstärkeanlage rund 150.000 t Glukosesirup hergestellt. Seit dem Jahr 2005 wird zudem Bioethanol produziert und seit 2010 flüssiges CO<sub>2</sub>.<sup>33</sup> Insgesamt sind am Verbundstandort Zeitz bei Gesellschaften der Südzucker-Gruppe rund 450 Mitarbeitende beschäftigt. **Der Beschäftigungsmultiplikator für die Zuckerfabrik lag im Jahr 2015 bei 7,2**<sup>34</sup> – mit großer Wahrscheinlichkeit resultiert dieser hohe Wert aus der großen Anzahl von Vertragslandwirten für den Anbau von Zuckerrüben als Rohstoff.

Der hohe Energiebedarf der Zuckerfabrik wird durch KWK in eigenen Kraftwerken gedeckt (vgl. violette Hervorhebung in Abbildung 4) – der Gesamtwirkungsgrad für Wärme und Strom liegt bei rund 85 %. Am Standort Zeitz dient neben Erdgas und Biogas zu 100 % von der MIBRAG gelieferte Braunkohle als Brennstoff. Das Biogas stammt aus der Abwasseraufbereitung des Verbundstandortes. Es ist das erklärte Ziel der Südzucker AG, den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen. Ein Teil der zurückliegenden Treibhausgasreduzierung wurde allerdings auch durch die Stilllegung kohlebetriebener Standorte erreicht.<sup>35</sup>

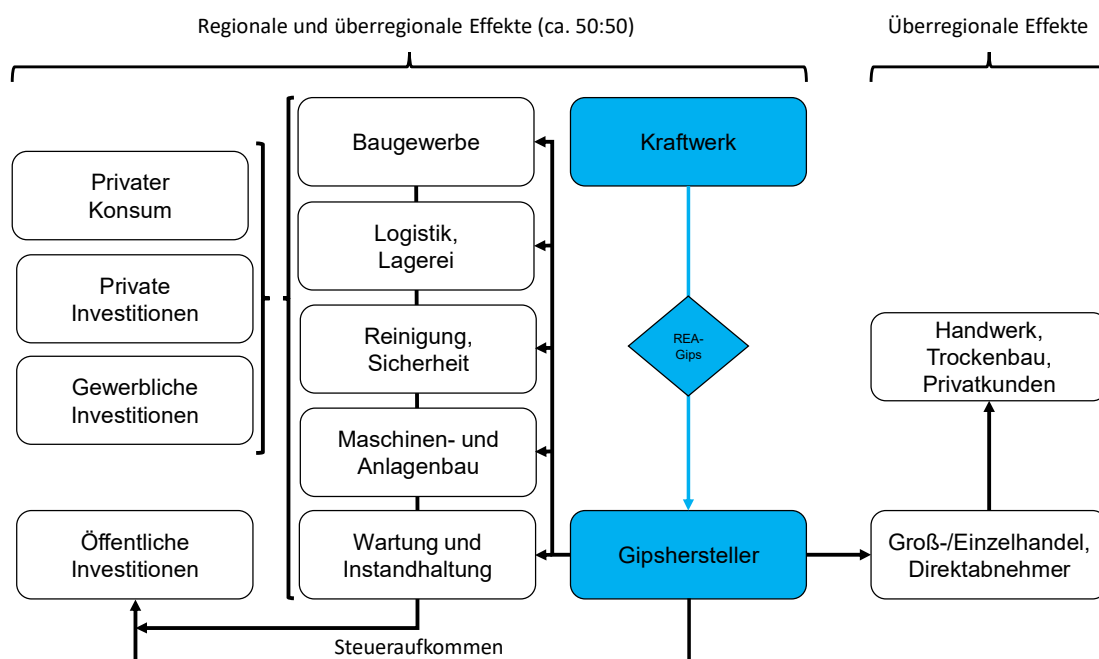
<sup>33</sup> Siehe Webseite der Südzucker AG:

<https://www.suedzucker.de/de/unternehmen/standorte/zuckerfabriken-deutschland/zeitz>

<sup>34</sup> Senius, Kay; Höffken, Wolfgang (Hg) (2020): Kohleausstieg und Strukturwandel in Sachsen-Anhalt. Landesbüro Sachsen-Anhalt der Friedrich-Ebert-Stiftung, Magdeburg, S. 73 – online unter <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/sachsen-anhalt/17149.pdf>

<sup>35</sup> Südzucker AG (2021): Wir denken Zukunft – Geschäftsbericht 2019/20. Mannheim, S. 71 – 72

Eine weitere Wertschöpfung auf Grundlage der Braunkohlewirtschaft ergibt sich wie oben beschrieben für die Gipsindustrie, (Abbildung 5).



**Abbildung 5:** Schema der Wertschöpfungskette für die Gipsindustrie (eigene Darstellung).

Die Knauf KG<sup>36</sup> ist seit 1990 unter anderem am Standort Rottleberode im Südharz aktiv und verarbeitet dort weit überwiegend Naturgips. Das Werk hat 250 Beschäftigte. Zusammen mit zwei anderen Herstellern (Casea GmbH in Ellrich, Thüringen und Saint-Gobain Formula GmbH in Walkenried, Niedersachsen) sind im Südharz knapp 450 Personen direkt in der Gipsindustrie beschäftigt (Stand 2018). Kombiniert mit den indirekten und induzierten Effekten sind es rund 1.650 Beschäftigte (**Beschäftigungsmultiplikator von 3,7**), von denen rund 950 der Region Südharz zuzurechnen sind. Von den jährlich deutschlandweit etwa 108 Mio. Euro (Stand 2018) direkter, indirekter und induzierter Wertschöpfung der drei Unternehmen im Südharz (Standorte Rottleberode, Ellrich und Walkenried; der größte Anteil entfällt auf das Werk der Knauf KG) verbleiben knapp 50 % in der Region.<sup>37</sup> Direkte Effekte werden im Bauhauptgewerbe, Maschinenbau, bei Dienstleistungen (Reinigung, Wartung, Personaldienstleistung, Outsourcing von Produktionsbereichen, wie z. B. Weiterverarbeitung), Ingenieurdienstleistung, Projektierung, Handwerk und Energie erzielt. Ähnliche Effekte gelten auch für die Gipsproduktion der Knauf KG in Lochau und der Etex Building Performance GmbH, Siniat Werk Lippendorf/Neukieritzsch; beide Hersteller nutzen REA-Gips der Kraftwerke Sckopau bzw. Lippendorf und sind in ihrem gegenwärtigen Wertschöpfungs- und Beschäftigungsmodell somit unmittelbar von der Braunkohle abhängig. Für das Werk der Knauf KG in Rottleberode trifft dies hingegen nur zu, wenn die bestehenden Naturgipsvorkommen erschöpfen, neue Vorkommen nicht genutzt werden dürfen und somit zumindest noch für eine gewisse Zeit REA-Gips eine

<sup>36</sup> Alle Angaben, soweit nicht anders referenziert, auf Basis der qualitativen Fallstudie vom Mai 2021.

<sup>37</sup> DIW Econ (2019): Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Gipsindustrie im Südharz - Aktualisierte regionalökonomische Analyse. Berlin

Rohstoffquelle bietet. Aus diesem Grund wird der Knauf-Standort in Rotleberode nicht dem Braunkohlekomplex im Mitteldeutschen Revier zugerechnet und geht folglich nicht in die Aufstellung in Tabelle 1 auf Seite 19 ein.

## 2.4 Pfadabhängigkeiten

Das Konzept der Pfadabhängigkeit beinhaltet im Kern, dass zeitlich vorgelagerte und distanzierte Ereignisse zeitlich nachfolgende Ereignisse beeinflussen können. Nach dieser Auffassung ist ein Wirtschaftsraum auch das Resultat von wirtschaftlichen Entwicklungen in der Vergangenheit („History Matters“). Durch kumulative Effekte kann ein Pfad zementiert werden, der nur schwer zu verlassen ist. Vor allem in der Degenerationsphase eines industriell verfestigten Wertschöpfungssystems kann es dadurch zu fatalen Blockaden kommen, aus denen nur mit einem hohen materiellen Aufwand, enormen sozialen Kosten und nur nach längeren Anpassungsphasen Pfadwechsel möglich sind.<sup>38</sup>

Um einen Einblick in die Pfadabhängigkeit der Region Mitteldeutschland bzw. des Segments der Braunkohlewirtschaft zu gewinnen, wurden mithilfe einer Netzwerkanalyse die Kooperationsverflechtungen der regionalen Wirtschaft im Allgemeinen und der Braunkohlewirtschaft im Besonderen analysiert.<sup>39</sup> Um diesen Ansatz zu verfolgen, wurden die Kooperationsverbünde bei der Beantragung von Forschungsprojekten und von Patenten, wie sie in Datenbanken hinterlegt sind,<sup>40</sup> ausgewertet und in Netzwerkdiagrammen grafisch dargestellt. In diesem Zusammenhang wurden insgesamt 616 Akteure erfasst, darunter auch 40 wissenschaftliche Einrichtungen (12 Hochschulen und 28 Forschungseinrichtungen). Abgesehen vom Bereich der Braunkohlewirtschaft, handelt es sich bei den an FuE-Projekten teilnehmenden Unternehmen nahezu ausschließlich um Akteure der wissensintensiven Wirtschaft (insbesondere Industrie), also um die Wirtschaftsbereiche, die aufgrund ihrer hohen Innovationsfähigkeit als besonders wettbewerbsfähig gelten. Sie repräsentieren daher einen relevanten Ausschnitt der potenziell dynamischen und zukunftsfähigen Industrien der Region. Die Akteure der Braunkohlewirtschaft wurden im Rahmen von Recherchen und Interviews mit ausgewählten Führungskräften der Braunkohleindustrie (einschließlich Verwertung) ermittelt. Dieser Bereich umfasst auch wesentliche Zulieferer, aber ebenso Kapitalverflechtungen der Braunkohleunternehmen.

In den Netzwerkdiagrammen repräsentieren die einzelnen Kreise unterschiedliche Netzwerkakteure, während die Verbindungslinien (Kanten) die Kooperationsbeziehungen

---

<sup>38</sup> Brökel, Tom (2016): Wissens- und Innovationsgeographie in der Wirtschaftsförderung – Grundlagen für die Praxis. Springer Gabler, Wiesbaden sowie Grabher, G. (1993): The weakness of strong ties: the lock-in of regional development in the Ruhr area, in: Grabher, G. (Ed.): The embedded firm – On the socioeconomics of industrial networks. Routledge, London, p. 255 – 277

<sup>39</sup> Die Visualisierung der Netzwerke wurde in Gephi unter Nutzung des Yifan Hu Algorithmus erstellt.

<sup>40</sup> Folgende Datenbanken wurden verwendet: FÖKAT, CORDIS, DEPATISNET Patente. Bei der Auswertung der Datenbanken wurden folgende Wirtschaftsbereiche berücksichtigt: Energie, erneuerbare Energien, Bergbau, Chemie, Maschinen und Anlagenbau, Ingenieurdienstleistungen, Bioökonomie, Kreislaufwirtschaft, Recycling, Gips.

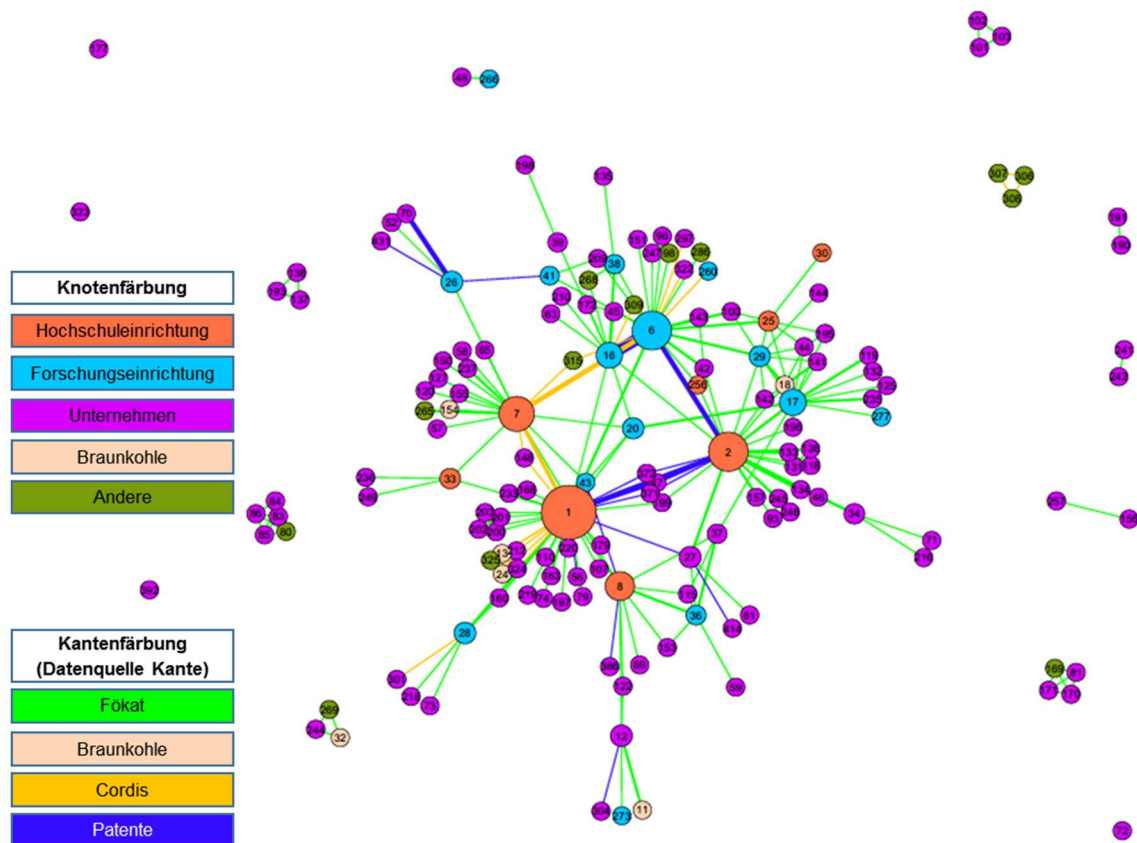
bzw. Kapitalverflechtungen aufzeigen. Die unterschiedlich eingefärbten Kreise geben an, welchen Typus die jeweiligen Akteure repräsentieren: Unternehmen (violett), Hochschulen (rot), Forschungseinrichtungen (blau), Braunkohlewirtschaft (braun) und Andere (grün).<sup>41</sup> Die jeweilige Größe der Kreise ergibt sich durch unterschiedliche Grade der „Betweenness-Zentralität“, die als Maß für die Abhängigkeit eines Akteurs von anderen betrachteten Akteuren zu interpretieren ist. Akteure mit hohen Betweenness-Werten verfügen über eine zentrale Stellung im Netzwerk.<sup>42</sup>

In Abbildung 6 werden zunächst nur die Vernetzungsaktivitäten der wissensintensiven Unternehmen dargestellt, deren innovationsorientierte Verflechtungsbeziehungen auf der Basis von Datenbanken ermittelt wurden. Es sind dies insgesamt 504 Akteure, deren Netzwerk 258 Kooperationen umfasst. Ein großer Teil der 504 Akteure betreibt zwar FuE, ist aber nicht in Kooperationsstrukturen integriert, sondern agiert als isolierter Akteur. Die Grafik zeigt aber, dass innerhalb dieses Wirtschaftsbereiches ein gut verbundenes Netzwerk besteht, in dem Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen interagieren. Dabei ist anhand der Betweenness-Werte erkennbar, dass die Hochschulen und Forschungseinrichtungen zentrale Verbindungsglieder – Schlüsselakteure – dieses Netzwerkes sind. Eine vergleichbare Position erreichen die Unternehmen in diesem Feld nicht, was vermutlich auch darauf zurückzuführen ist, dass die Zentralen der größeren Betriebe, in denen für gewöhnlich auch die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen angesiedelt sind, ihren Sitz meist nicht in der Region haben. Von den 504 Akteuren ist nur eine sehr geringe Anzahl von Zulieferern und Dienstleistern der Braunkohlewirtschaft in diesem Feld vertreten. Kernakteure der Braunkohlewirtschaft (Förderung, Verwertung) sind an diesem Netzwerk nicht beteiligt. Damit zeigt diese Analyse der Netzwerkbeziehungen der wissensintensiven Wirtschaft der Region Mitteldeutschland: Es handelt sich bei diesem Segment um einen relevanten Wirtschaftsbereich, der für die weitere Entwicklung der Region von herausragender Bedeutung ist, aber dieses Segment weist keine markanten Abhängigkeiten zur Braunkohlewirtschaft auf. Mit anderen Worten: Die wissensintensive Wirtschaft der Region kann aufgrund ihrer extrem geringen Verflechtungsbeziehungen zur Braunkohlewirtschaft in ihrer technologischen und ökonomischen Leistungsfähigkeit nicht durch den geplanten Ausstieg aus der Braunkohle in einem relevanten Ausmaß beeinträchtigt werden.

---

<sup>41</sup> Die unterschiedliche Einfärbung der Verbindungslinien (Kanten) ist auf unterschiedliche Datenquellen zurückzuführen: Grün (FÖKAT), Orange (CORDIS), Blau (Patentdatenbank), Schwarz (Interviews mit Führungskräften der Braunkohlewirtschaft zzgl. Recherche).

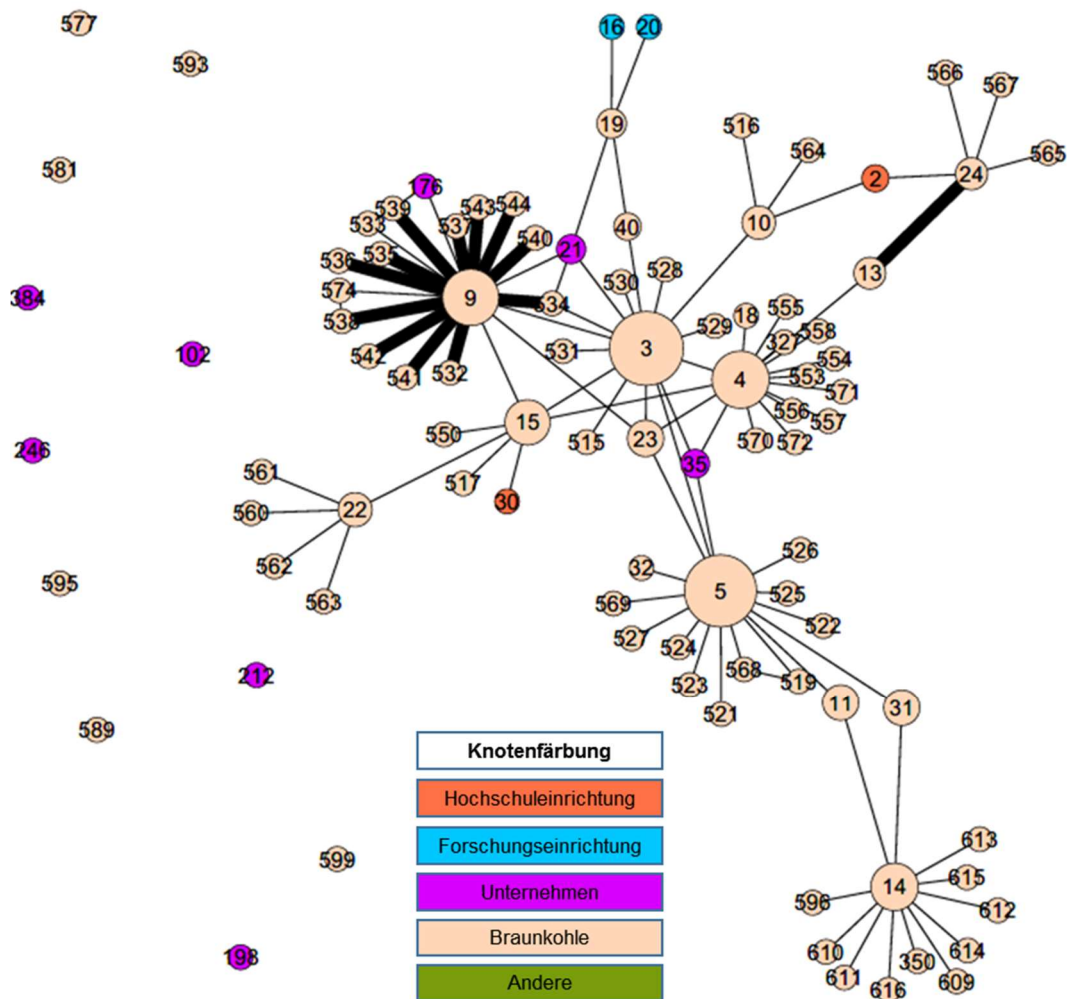
<sup>42</sup> Mit Betweenness wird z. B. ausgedrückt, über welchen Akteur die meisten Informationen in einem Netzwerk vermittelt werden.



**Abbildung 6:** Vernetzungsaktivitäten der wissensintensiven Unternehmen (eigene Darstellung. Einzelne Akteure, die nicht Teil eines Netzwerks sind, werden der besseren Übersichtlichkeit halber nicht vollständig wiedergegeben).

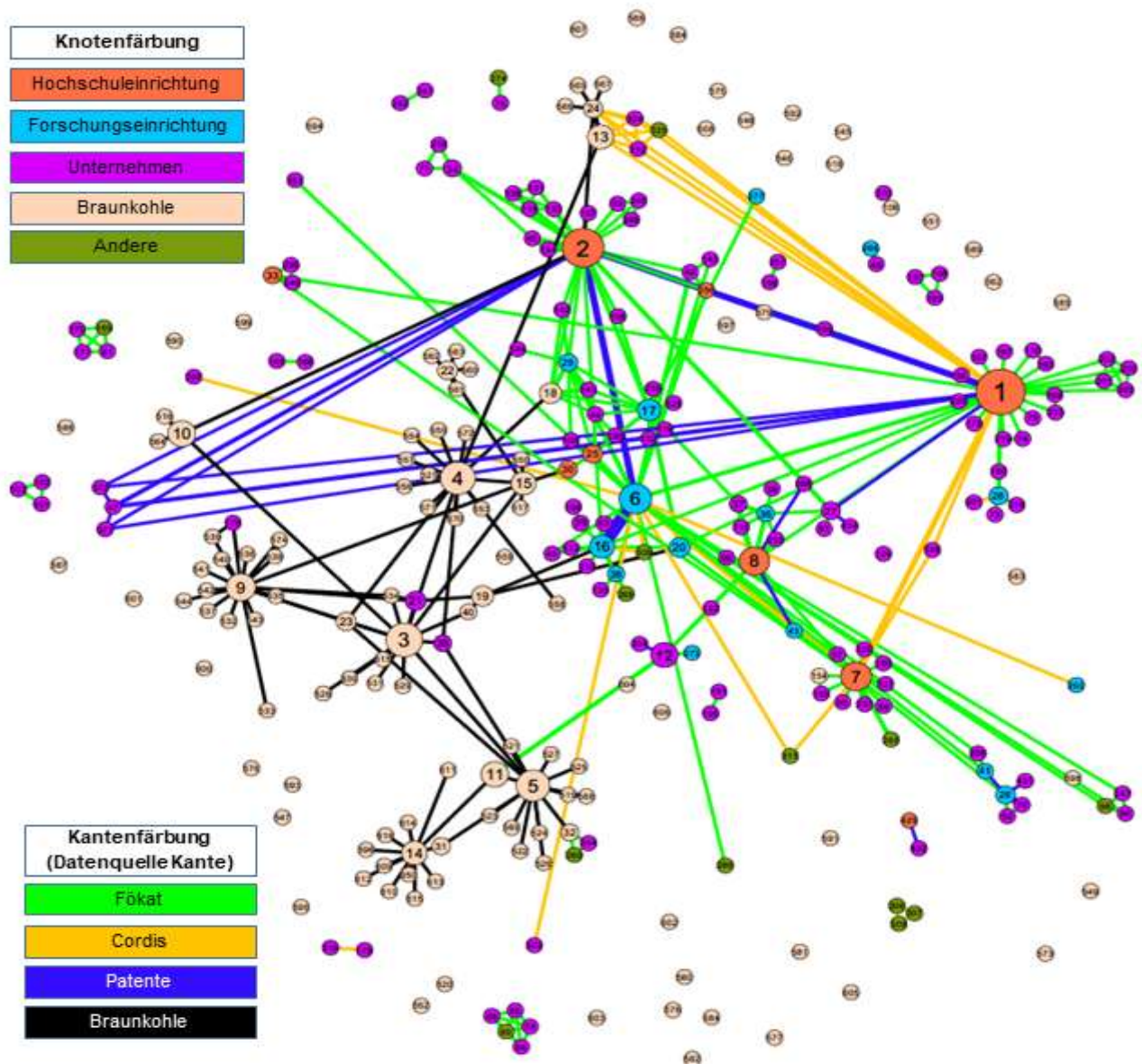
Das in Abbildung 7 gezeigte Netzwerk besteht aus 139 Akteuren, die 99 Verflechtungen aufweisen. Die zentralen Akteure, die sich durch hohe Betweenness-Werte auszeichnen, sind untereinander vernetzt und verfügen über vielfältige Zulieferer und Dienstleister, die sich radial um den Schlüsselakteur gruppieren. In Einzelfällen (Akteur 3) existieren auch tangentielle Kooperationsbeziehungen zwischen den Zulieferern und Dienstleistern, sodass sich in diesen Bereichen dichtere Netzwerkstrukturen ergeben. Hochschulen und Forschungseinrichtungen sind in diesem Netzwerk nur zu einem geringen Teil vertreten, was die Plausibilität der Zuordnung der Braunkohlewirtschaft zu den nicht wissensintensiven Wirtschaftsbereichen unterstreicht. Auch in dieser Netzwerk-Darstellung bestätigt sich die geringe Verbindung der Braunkohlewirtschaft zu Unternehmen, die dem Segment der wissensintensiven Wirtschaft zuzuordnen sind.





**Abbildung 7:** Vernetzungsaktivitäten der Braunkohlewirtschaft in der IRMD (eigene Darstellung. Einzelne Akteure, die nicht Teil eines Netzwerks sind, werden der besseren Übersichtlichkeit halber nicht vollständig wiedergegeben).

In Abbildung 8 werden der Bereich der wissensintensiven Wirtschaft und die Braunkohlewirtschaft zusammengeführt. In dieser Abbildung werden die isolierten Akteure der wissensintensiven Wirtschaft aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. In der Netzwerk-Graphik ist ersichtlich, welche Akteure der Braunkohlewirtschaft einen Zugang zum Netzwerk der wissensintensiven Wirtschaft haben. Dabei zeigt sich, dass nur in wenigen Ausnahmefällen Verflechtungsbeziehungen zwischen den beiden Segmenten bestehen. Diese werden vornehmlich von einigen kleineren und mittleren Unternehmen der Braunkohlewirtschaft wahrgenommen.



**Abbildung 8** Gesamtdarstellung der wissensintensiven Wirtschaft und der Braunkohlewirtschaft in der IRMD (eigene Darstellung. Einzelne Akteure, die nicht Teil eines Netzwerks sind, werden der besseren Übersichtlichkeit halber nicht vollständig wiedergegeben).

Mit dem Konzept der Pfadabhängigkeit ist nicht beabsichtigt, die Ausweglosigkeit einer Region aufzuzeigen, sondern vielmehr die unter bestimmten Bedingungen eintretenden Schwierigkeiten beim Verlassen eines eingeschlagenen Entwicklungspfads zu erklären. Das Konzept schließt explizit ein, dass es durch veränderte Rahmenbedingungen zu spezifischen Anpassungs- bzw. Innovationsleistungen der regionalen Akteure kommen kann, die zu Wegscheiden und damit zu neuen Entwicklungspfaden führen. Vor allem durch die gezielte Nutzung von Zeitfenstern („Windows of Opportunities“) können Lock-in-Konstellationen überwunden werden. Energiewende, Klimapolitik oder Wasserstoff-

Strategien sind aktuelle Beispiele für derartige Zeitfenster. Aus den Ergebnissen der Analyse ergibt sich für die Pfadabhängigkeiten im Mitteldeutschen Revier folgendes Bild:

- ▶ Die Unternehmen der Braunkohlewirtschaft mit ihren Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen repräsentieren nach wie vor ein bedeutendes Segment der regionalen Wirtschaft, aber die Wirtschaft im Mitteldeutschen Revier bzw. in Mitteldeutschland ist heute – mit Ausnahme von spezifischen Teilräumen – nicht in besonderer Weise von der Braunkohlewirtschaft abhängig.
- ▶ Die Berechnungen zu den direkten, indirekten und induzierten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten der Braunkohlewirtschaft im Mitteldeutschen Revier zeigen: Nur ein geringer Teil der regionalen Wertschöpfung und Beschäftigung ist auf die Braunkohlewirtschaft zurückzuführen.
- ▶ Insbesondere existiert die wissensintensive (innovationsstarke) Wirtschaft der Region fast völlig unabhängig von der Braunkohlewirtschaft. Zwischen diesen Wirtschaftsbereichen bestehen nur wenige innovationsorientierte Kooperationen, eine Vernetzung dieser Bereiche besteht nur in Ansätzen.
- ▶ Studien zum Strukturwandel in Deutschland zeigen, dass sich gerade die wissensintensiven Bereiche von Industrie im Strukturwandel behaupten, während vor allem die nicht wissensintensiven Industrien stark an Bedeutung verlieren. Der für die Zukunft als nachhaltig einzuschätzende wissensintensive Wirtschaftsbereich ist durch den Kohleausstieg nicht gefährdet.
- ▶ Die über lange Zeiträume von der Förderung und Verwertung der Braunkohle geprägten Wirtschaftsstrukturen haben den Austausch mit anderen Sektoren erschwert und innerhalb des Braunkohlekomplexes zu Pfadabhängigkeiten geführt, die den notwendigen Transformationsprozess und damit den erforderlichen Pfadwechsel in besonderer Weise erschweren.

Vor dem Hintergrund des Beschlusses des Deutschen Bundestages zum Ausstieg aus der Kohle bis zum Jahr 2038 ergibt sich für jedes (neue) Geschäftsmodell auf Basis der Braunkohle keine oder aber eine höchst unsichere Perspektive. Auch für jene Wertschöpfungsprozesse, die indirekt und über Koppelprodukte auf der Kohleverstromung beruhen, ist keine Fortsetzung des bestehenden Pfades möglich; ein Prozess, der trotz global unterschiedlicher Kohlepolitiken auf große Teile Europas – und schon heute oder zukünftig auch für andere Weltregionen – zutrifft und daher kein singulärer Standortnachteil für das Mitteldeutsche Revier oder Deutschland sein sollte. Global unterschiedliche und nicht zeitgleich stattfindende Kohleausstiegspfade sowie damit verbundene negative Wettbewerbseffekte für die deutsche und europäische Wirtschaft sind nicht auszuschließen. Dies ist aber nicht Gegenstand dieser Studie und wird daher nicht vertieft analysiert bzw. ausgeführt.

Daher gilt es, das unternehmerische Potenzial der Akteure des Braunkohlekomplexes für wirtschaftliche Aktivitäten außerhalb des Braunkohlepfades für die Region nutzbar zu machen. Angesichts des Wandels von einer fossilen hin zu einer regenerativen Energieregion liegt es nahe, dass sich diese Unternehmen in neue Technologiefelder, wie "grüner Wasserstoff" begeben; ggf. als Übergang auch „blauer Wasserstoff“. Dabei dürfte der Wandel des Produktionsmodells trotz der übergeordneten Klammer „Energie“ auf



zahlreiche Hindernisse und Engpässe, wie die Anschlussfähigkeit des bestehenden Know-hows oder die Nutzbarkeit von Technologien, stoßen und gemeinsam mit der parallel stattfindenden digitalen Transformation eine erhebliche Herausforderung für die betroffenen Unternehmen darstellen.

---

## 3 Technologiekompetenzen und Potenziale

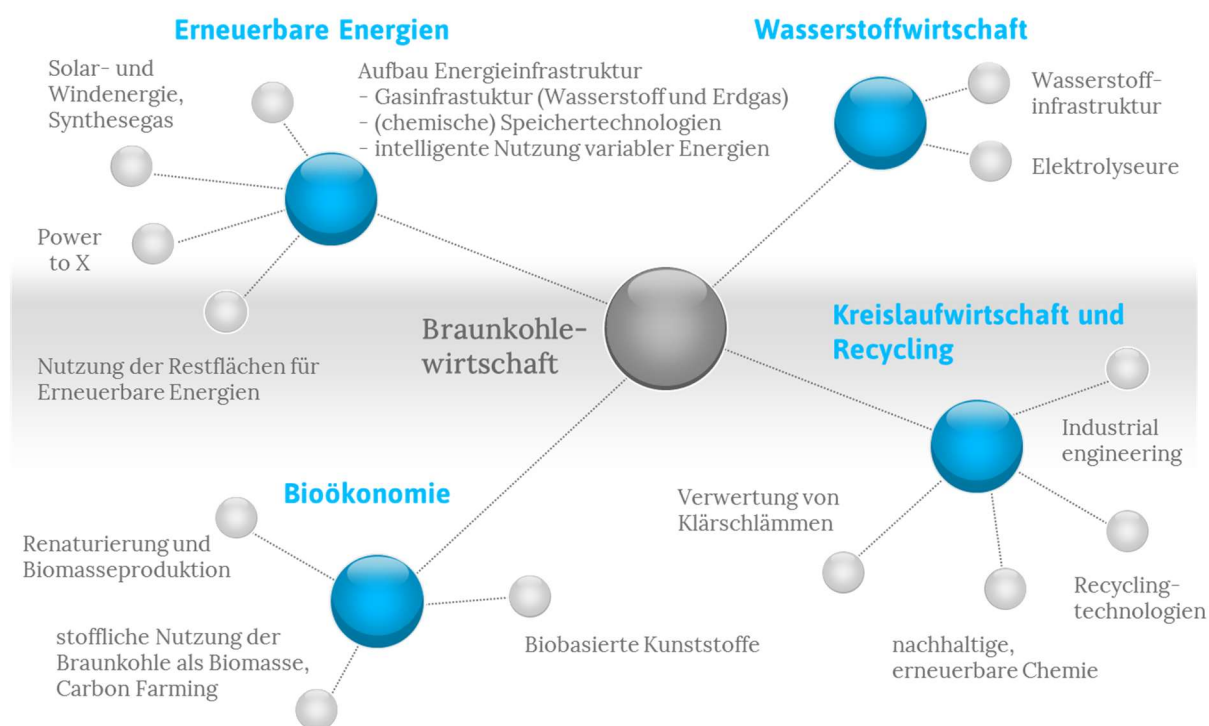
---

### 3.1 Technologiekompetenzen und Geschäftspotenziale der Region Mitteldeutschland und der Braunkohlewirtschaft

Exemplarisch für die pfadabhängigen Unternehmen der Braunkohlewirtschaft, aber auch für alle weiteren Unternehmen der Energiewirtschaft, die zum pfadabhängigen Kern Verflechtungsbeziehungen aufweisen (hierin eingeschlossen sind auch die Nutzer von Kuppelprodukten und deren Wertschöpfungsketten), stellt sich in der Innovationsregion Mitteldeutschland die Frage, über welches Potenzial sie verfügen, um neue Produkte und Märkte zu adressieren, indem sie ihre vorhandenen Ressourcen mobilisieren und weiterentwickeln. Mit anderen Worten: Welche Gesamtfähigkeiten – technisches und Fertigungs-Know-how, Maschinen und Infrastruktur, Kenntnisse von Märkten, Normen, Regularien etc. – hat jedes Unternehmen, aber auch die Region als Ganzes, und welche Produkte bzw. Services können damit außerhalb des bisherigen Kerngeschäfts/Portfolios noch hergestellt oder angeboten werden? Über welches konkrete Potenzial die Wirtschaftsakteure in der Innovationsregion Mitteldeutschland verfügen, wurde daher im Rahmen einer Analyse der regionalen Technologiekompetenzen und Potenziale genauer beleuchtet. Dazu wurden die regionalen Expert:innen im Rahmen von Interviews und einem Workshop eingebunden sowie Innovationsprojekte im Rahmen von Förderprojekten und Patentanmeldungen in der Region analysiert. Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Analysen jeweils dargestellt und am Ende des Kapitels zu zukunftsorientierten Geschäftsfeldern der heutigen Braunkohlewirtschaft in der IRMD verdichtet.

#### 3.1.1 Expert:innenkonsultation

Um ein differenziertes Bild zu den technologischen Technologiekompetenzen und Potenzialen der regionalen Akteure zu bekommen, wurden die relevanten regionalen Stakeholder entweder im Rahmen von Expert:innengesprächen oder im Rahmen eines gemeinsamen Workshops eingebunden. In der Zeit von Mai bis August 2021 wurden 32 Expert:innen-Interviews im Zuge von qualitativen Unternehmensfallstudien geführt (siehe Anhang 1). Ergänzend wurde am 01.09.2021 ein Workshop mit rund 20 Unternehmensvertreter:innen/ Expert:innen in Lippendorf durchgeführt. Dabei kristallisierten sich vor allem die im Folgenden dargestellten technologischen Schwerpunkte als relevante Zukunftsthemen für die Akteure in der Region heraus (Abbildung 9).



**Abbildung 9:** Auswertung von qualitativen Unternehmensanalysen (Expert:inneninterviews) im Mitteldeutschen Revier. Ermittelt wurde, in welchen Technologiefeldern die Akteure des Braunkohlekomplexes und ihrer Kooperationspartner (Technologiedienstleister, Zulieferer etc.) in Zukunft Perspektiven für sich sehen (eigene Darstellung). Die auch zukünftige stoffliche Nutzung von Braunkohle bleibt hiervon unberührt.

Es ergeben sich somit vor allem in den Themenschwerpunkten Erneuerbare Energien, Wasserstoffwirtschaft, Bioökonomie sowie Kreislaufwirtschaft und Recycling direkte Anknüpfungspunkte an die aktuellen technologischen Schwerpunkte der Unternehmen, die direkt oder indirekt für die Braunkohle tätig sind.

### 3.1.2 Innovationsaktivitäten der regionalen Unternehmen

Bei der Betrachtung der Akteure ist anzunehmen, dass jene Firmen, die eigenständige Forschung und Entwicklung (FuE) durchführen, innovativer und damit auch wandlungsfähiger und -williger sind (geringere Pfadabhängigkeit) als solche Firmen, die keine derartigen Aktivitäten durchführen. Zwar können Unternehmen auch ohne FuE innovativ sein (inkrementelles Innovationsmodell), aber die zur Verfügung stehenden Daten über FuE-Aktivitäten geben bedeutende Hinweise auf die Innovationsaktivitäten und -intensitäten der regionalen Wirtschaft. Gerade Projekte der Innovationsförderung auf Bundes- und EU-Ebene bieten dabei gute Einblicke, in welchen Projekten und damit in welchen Technologiethematen die regionalen Akteure aktiv und wettbewerbsfähig sind, da diese Förderprogramme auf diesen Ebenen in der Regel sehr kompetitiv sind.

Um genau jene Akteure und Projekte in der Region identifizieren zu können, die in diesen identifizierten Schwerpunkten der Expert:innen-Konsultation bereits Investitionen getätigt und Projekte umgesetzt haben, wurden die Innovationsprojekte in der Region

gezielt untersucht. Auf **Bundesebene**<sup>43</sup> flossen insgesamt rund 1.800 Projektbeteiligungen von Akteuren aus der IRMD seit 2016 in die Analyse ein. Dabei wurden mehr als 900 Mio. Euro Mittel für Akteure in der Region bewilligt. In **europäischen Innovationsprojekten**<sup>44</sup> gab es im Zeitraum Januar 2016 bis März 2021 insgesamt mehr als 1.400 Projektbeteiligungen und Fördermittel in Höhe von mehr als 600 Mio. Euro für die beteiligten Akteure. Neben den Innovationsaktivitäten bei öffentlichen Projekten spielen auch die privatwirtschaftlichen Aktivitäten der regionalen Akteure eine wichtige Rolle. Um diese ebenfalls zu identifizieren, wurden zusätzlich die **Patentanmeldungen** der Akteure in der IRMD analysiert. Insgesamt flossen rund 300 Patentanmeldungen seit 2016 in die Analyse ein. Alles in allem wurden somit knapp 3.500 Projektaktivitäten seit 2016 für die IRMD untersucht. Für den Schritt der Zuordnung der Daten zu Innovationsthemen wurden dabei semantische Netze verwendet, um eine präzisere Klassifikation als bspw. über eine Stichwortsuche zu ermöglichen.<sup>45</sup> Mit dieser Methodik konnten aus dem gesamten Datensatz von knapp 3.500 Projekten jene identifiziert werden, die einen direkten Bezug zu den für die Akteure der Braunkohlewirtschaft relevanten Zukunftsthemen haben. Insgesamt sind dies 380 Projekte, die diesen Zukunftsthemen zugeordnet werden konnten. Es wurden dabei in rund 350 Förderprojekten mehr als 130 Mio. Euro Förderung an Akteure in der Region ausgezahlt, die in der Regel kofinanziert und damit mit privaten Investitionen noch ergänzt wurden (Tabelle 2).

---

<sup>43</sup> Datenquelle: Förderkatalog des Bundes – online unter <https://foerderportal.bund.de/foekat/jsp/StartAction.do>

<sup>44</sup> Datenquelle: Community Research and Development Information Service (CORDIS) der Europäischen Kommission: die primäre öffentliche Quelle für die Ergebnisse der im Zusammenhang mit den Rahmenprogrammen der EU für Forschung und Innovation (1. Forschungsrahmenprogramm bis Horizont 2020) finanzierten Projekte – online unter <https://cordis.europa.eu/about/de>

<sup>45</sup> Grundlage hierfür sind Trainingsdatensätze aus deutsch- und englischsprachigen News- und Blogbeiträgen sowie Beschreibungen aus Forschungsprojekten aus dem Förderkatalog und der europäischen Forschungsförderdatenbank CORDIS. Mit diesen Textkorpora wurden Neuronale Netze mit Wortassoziationen und semantischen Zusammenhängen trainiert, um diese für die Analyse weiterer Textkorpora nutzen zu können. Mittels Word-Embedding-Methode aus dem Natural Language Processing können die Daten über ein Ähnlichkeitsmaß den Innovationsthemen zugeordnet werden.

Tabelle 2: Übersicht über die Forschungsförderung und Patentaktivitäten in ausgewählten Themenfeldern in der IRMD.

	Anzahl FuE-Projekte / Patente				Investitionen		
	FÖKAT	CORDIS	Patente	Gesamt	FÖKAT	CORDIS	Gesamt
<b>Bioökonomie</b>	128	8	0	<b>136</b>	42.408.991 €	3.986.119 €	<b>46.395.110 €</b>
<b>Kreislaufwirtschaft &amp; Recycling</b>	36	11	12	<b>59</b>	9.270.395 €	6.520.119 €	<b>15.790.514 €</b>
<b>Regenerative Energien</b>	92	6	2	<b>100</b>	33.263.634 €	1.259.223 €	<b>34.522.857 €</b>
<b>Wasserstoff</b>	43	24	18	<b>85</b>	22.491.751 €	11.963.700 €	<b>34.455.451 €</b>
<b>Gesamt</b>	<b>299</b>	<b>49</b>	<b>32</b>	<b>380</b>	<b>107.434.771 €</b>	<b>23.729.161 €</b>	<b>131.163.932 €</b>

Es zeigt sich somit, dass in den im Rahmen der Expert:innenkonsultation erarbeiteten technologischen Zukunftsfeldern der Akteure des Braunkohlekomplexes (sowie vor- und nachgelagerte Wertschöpfungsstufen) in der Region auch quantitativ eine umfassende Projekterfahrung konstatiert werden kann. Die spezifischen Schwerpunkte der Braunkohlewirtschaft sind dabei in fokussierter Weise (Ausschnitte) passfähig zu den Ergebnissen der „Technologiefeldanalyse Innovationsregion Mitteldeutschland“.<sup>46</sup> Vor allem in den Schwerpunkten der Leitbranchen Energiewirtschaft und chemische Industrie bestehen relevante Anknüpfungspunkte für die Akteure des Braunkohlekomplexes.

In der Energiewirtschaft hat für die Region demzufolge vor allem das Thema Smart Grid ein hohes wirtschaftliches Potenzial. Die Koordination von dezentraler/m Energieerzeugung, -verbrauch und -speicherung bei gleichzeitiger Gewährleistung von Netzstabilität und Sicherheit ist ein zentrales Zukunftsthema der Energiewende, insbesondere vor dem Hintergrund des Ausstiegs aus der Braunkohle. Aber auch Energiespeicher, vor allem Batterie- oder Wasserstoffspeicher, spielen im Zusammenhang mit der Nutzung volatiler erneuerbarer Energien eine wichtige Rolle. Hinzu kommt der Fokus auf den Ausbau der erneuerbaren Energien: Photovoltaik, Windenergie, Biomasse und innovative Wärmetechnologien (Solarthermie, Wärmepumpen oder Tiefengeothermie) werden hier als zentrale Themen benannt.

Das Chemiedreieck um die Städte Leuna, Schkopau und Bitterfeld-Wolfen prägt das Mitteldeutsche Revier. Besondere Bedeutung wird in der Region der Bioökonomie zugeschrieben, die mit Fokus auf neue Materialien, grüner Chemie, Kreislaufwirtschaft etc. zur Erreichung nachhaltiger und ressourcenschonender Klimaziele beitragen kann. Speziell die Flächen in den Braunkohlegebieten bieten hierfür relevante Anknüpfungspunkte zum Ausbau der regionalen Stärken in diesem Thema. Zudem wird Power-to-X als eine der Schlüsseltechnologien für das Ziel der CO<sub>2</sub>-Neutralität benannt.

<sup>46</sup> Conomic GmbH (2020): Technologiefeldanalyse Innovationsregion Mitteldeutschland – online unter: [https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2020/09/C1929X11\\_Technologiefeldanalyse\\_IRMD\\_zentrale-Ergebnisse.pdf](https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2020/09/C1929X11_Technologiefeldanalyse_IRMD_zentrale-Ergebnisse.pdf)



Neben dem Potenzial als Energiespeicher bietet Power-to-X für die chemische Industrie die Möglichkeit, die Nutzung fossiler Rohstoffe zu reduzieren und nachhaltigere Stoffe oder Produkte herzustellen. Die Vielzahl von Wasserstoffabnehmern im Kraftstoff- und Chemiesektor sowie bei der Ammoniakherstellung könnten der Technologiefeld-analyse zufolge den Trend und das steigende Interesse an grünem Wasserstoff befördern.

Die Voraussetzungen für die industrielle Kreislaufwirtschaft werden dabei in der IRMD noch als zum Teil schwierig dargestellt: Besonders durch die Ansiedlung weiterer spezifischer Recyclingunternehmen könne hier die Entwicklung positiv beeinflusst werden. Ein Recycling in der Fein- und Spezialchemie sei zudem oft unwirtschaftlich. Forschung an Hochschulen und Instituten zu den relevanten Themen, wie Kohlenstoffkreisläufe oder Produkteffizienz, finde zudem oftmals außerhalb der IRMD statt.

### **3.2 Zukunftsorientierte Geschäftsfelder der heutigen Braunkohlewirtschaft**

Es ist zu erwarten, dass der Wandel der regionalen Technologieschwerpunkte und damit verknüpft der zukünftigen Geschäftsfelder der Akteure in der IRMD nur im geringen Umfang disruptiv verläuft, sondern voraussichtlich in bereits existierenden technologischen Pfaden der Region stattfindet (Konzept der Related Variety<sup>47</sup>). In der IRMD existieren aufgrund der gut und vielfältig ausgeprägten Industriestruktur zahlreiche direkte technologische Anknüpfungspunkte mit hohen wirtschaftlichen Potenzialen für die Akteure des Braunkohlekomplexes. Projekte zur Unterstützung der Transformation der regionalen Akteure sollten daher insbesondere in diesen Themen verankert sein, um die bestehenden regionalen Technologieschwerpunkte und Geschäftsfelder in künftige Geschäftsfelder zu transformieren. Gemäß den Analysen und Expert:inneneinschätzungen scheinen die folgenden Themen besonders anschlussfähig und erfolversprechend zu sein:

- ▶ Regenerative Energien
- ▶ Bioökonomie
- ▶ Wasserstoff
- ▶ Kreislaufwirtschaft und Recycling

In den Abschnitten 0 bis 3.2.4 werden diese einzeln dargestellt. In Kapitel 5 folgen, darauf basierend, konkrete Perspektivimpulse als mögliche Handlungsansätze.

---

<sup>47</sup> Vgl. z. B. Frenken, Koen; Van Oort, Frank; Verburg, Thijs (2007): Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth. *Regional Studies*, 41(5), pp. 685–697.



Profen bereits ein skalierungsfähiger Anknüpfungspunkt.<sup>48</sup> Ebenso trägt die MIBRAG Neue Energien GmbH das entsprechende Geschäftsmodell bereits im Namen. Für viele Akteure des Braunkohlekomplexes und seiner Dienstleister ändert sich dabei die Art der Energie und sicherlich auch die Struktur (dezentrale/virtuelle Kraftwerke vs. zentrale Großanlagen), doch im Kern bleibt das Geschäftsmodell – die Bereitstellung von Energie – erhalten. Damit ist zu erwarten, dass auch ein deutlicher Anteil des technologischen sowie des Markt-Know-hows weitergenutzt und komplementär ergänzt werden kann. Durch die stärkere Dezentralisierung der Stromerzeugung kommt dem Thema Smart-Grid-Integration und den korrespondierenden intelligenten Steuerungstechnologien eine wachsende Bedeutung zu. Hier besteht die Möglichkeit, das bestehende Fachpersonal weiterzuqualifizieren und junge Talente speziell für diese Aufgaben auszubilden.

Allgemein ist durch die Klimaziele, die Dekarbonisierung von Energiewirtschaft, Verkehr und industrieller Produktion sowie durch den damit verbundenen Ausstieg aus der Braunkohleverstromung und der Atomenergie davon auszugehen, dass der Anteil der erneuerbaren Energien zukünftig stark ansteigen wird. Wenngleich der Energiewende-Index von McKinsey gegenwärtig eine Stagnation andeutet<sup>49</sup> und im ersten Halbjahr 2021 aufgrund ausgeprägter Windflauten die Stromerzeugung insbesondere aus Kohlekraftwerken einen hohen Wert erzielte,<sup>50</sup> ist zu vermuten, dass dies angesichts der energie- und wirtschaftspolitischen Großwetterlage in der Europäischen Union (siehe Kapitel 3.3) temporäre Phänomene sind.

---

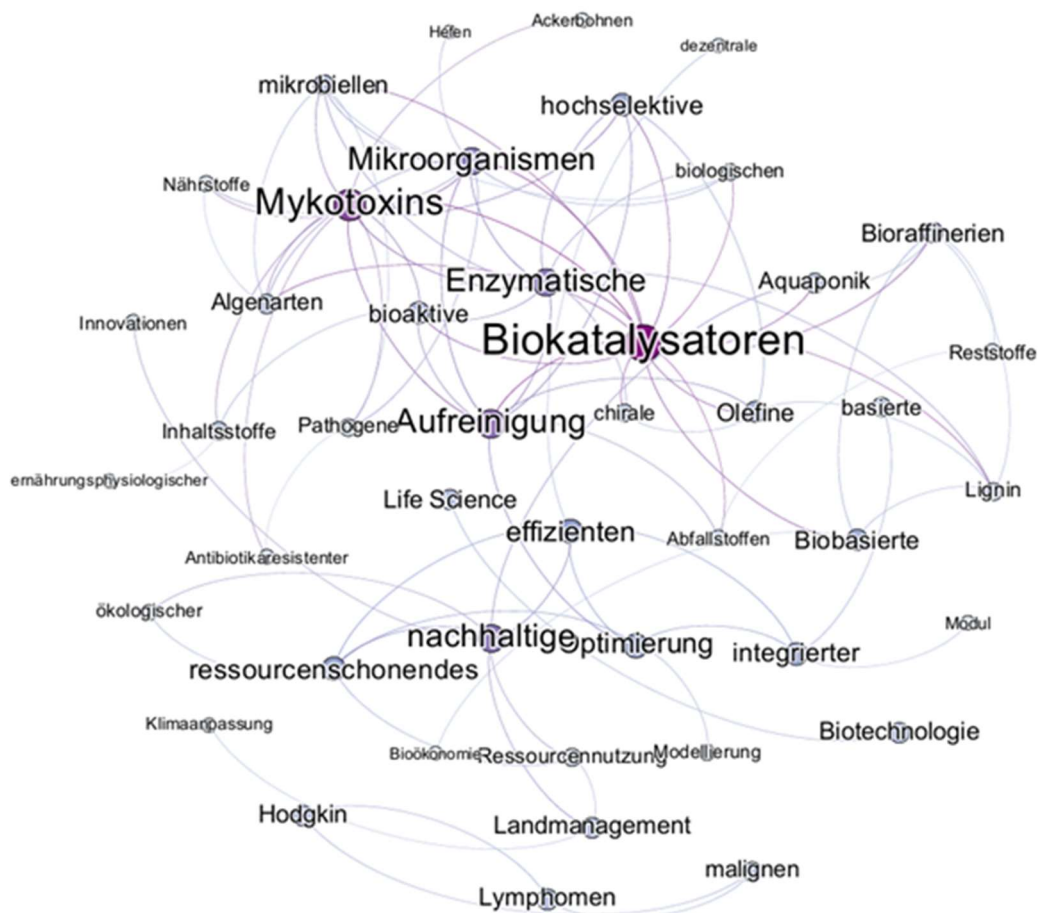
<sup>48</sup> Siehe dazu auch Innovationsregion Mitteldeutschland (2021): Länderübergreifendes regionales Entwicklungskonzept für die Bergbaufolgelandschaft Profen (LÜREK). Entwurfsfassung vom 02.06.2021, S. 106 – online unter [http://luerek-profen.de/index\\_htm\\_files/2\\_LueREK\\_Entwurfsfassung\\_02.06.2021.pdf](http://luerek-profen.de/index_htm_files/2_LueREK_Entwurfsfassung_02.06.2021.pdf)

<sup>49</sup> Siehe die Webseite des McKinsey Energiewende-Index: <https://www.mckinsey.de/branchen/chemie-energie-rohstoffe/energiewende-index>

<sup>50</sup> Destatis (2021): Stromerzeugung im 1. Halbjahr 2021: Kohle wichtigster Energieträger. Pressemitteilung Nr. 429 vom 13.09.2021 – online unter [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/09/PD21\\_429\\_43312.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/09/PD21_429_43312.html)

### 3.2.2 Bioökonomie

Insgesamt 136 innovationsorientierte Projekte mit einem Bezug zum Thema Bioökonomie von Akteuren aus der IRMD wurden seit 2016 durchgeführt (siehe Tabelle 2 auf Seite 40). Der Schwerpunkt der Projekte lag wie in Abbildung 11 dargestellt auf Themen, die eine enge Verknüpfung mit den Akteuren der chemischen Industrie aufzeigen (Biokatalysatoren, Mikroorganismen). Da diese Projekte im Datenmodell jeweils nur einem Schwerpunkt und nicht doppelt zugeordnet werden, zeigen sich also insgesamt zwei Schwerpunkte beim Thema Bioökonomie in der IRMD: ein energietechnischer und ein chemischer.



**Abbildung 11** Keyword-Graph mit den Schwerpunkten in 136 Projekten im Zukunftsfeld Bioökonomie.

Diese Erkenntnisse decken sich mit den Ergebnissen der Technologiefeldanalyse. Ergänzt werden diese Schwerpunkte von den regionalen Expert:innen um die Themen der stofflichen Nutzung der Braunkohle als Biomasse, der Renaturierung der Flächen und der damit verbundenen Nutzung der Flächen für die Biomasseproduktion. Auch biobasierte Kunststoffe sind ein Thema mit regionalen Potenzialen.

Gegenwärtig baut das finnische Unternehmen UPM in Leuna eine Raffinerie, die unter Nutzung von Laubholz aus regionalen Waldbeständen in einem ersten Schritt Zucker und Lignin erzeugen wird. Der Zucker wird weiter zu biobasierten Glykolen (Bio-Monoethylenglykol und Bio-Monopropylenglykol) verarbeitet. Aus dem Lignin werden

erneuerbare funktionelle Füllstoffe (RFF) hergestellt. In der Raffinerie werden mehr als 100 Mitarbeiter:innen tätig werden.

Dabei werden Prozessingenieur:innen und andere (bio-)technologische Qualifikationsprofile zum „Fahren“ der Anlage benötigt. Mit 550 Mio. Euro Investition gilt die Raffinerie in Leuna als weltweiter Leuchtturm. Wenn die Anlage im Jahr 2023 in den Regelbetrieb geht, wird eine Jahresproduktion von 225.000 t chemischer Grundstoffe angestrebt. Die aus dem Lignin stammenden RFF werden nicht verfeuert, sondern als Füllstoff beispielsweise für die Gummiproduktion anstelle von Carbon Black verwendet. Die Produktionsprozesse in der Bioraffinerie sind auf eine externe Energiezufuhr angewiesen, dafür wird die von InfraLeuna bereitgestellte Wärme genutzt; InfraLeuna investiert im Zusammenhang mit der UPM-Raffinerie zusätzlich 100 Mio. Euro.

Insgesamt wird damit der Weg hin zu nachhaltiger, erneuerbarer Chemie weiter fortgesetzt, wobei das Ziel explizit nicht die (unrealistische) Verbannung von Kunststoff ist, sondern ein verantwortlicher Umgang auf Grundlage einer voll funktionsfähigen Kreislaufwirtschaft und eines wachsenden Anteils biobasierter Ausgangsstoffe (von den im Jahr 2050 erwarteten 1 Mrd. t Kohlenstoff können 200 Mio. t ohne Nutzungskonflikte biobasiert bereitgestellt werden). Für UPM war im weltweiten Standortwettbewerb insbesondere die Kombination von regionaler nachhaltiger Fort-wirtschaft (= Rohstofflieferant) und Chemiestandort (= Abnehmerindustrie) ausschlaggebend; zudem haben sich auch die Flächenverfügbarkeit und die Agilität der Genehmigungsverfahren („Wille zur Ansiedlung“) als förderlich erwiesen.

Biokunststoffe machen derzeit etwa 1 % der jährlich produzierten mehr als 368 Mio. t Kunststoff aus. Da die Nachfrage jedoch steigt, wächst der Markt für Biokunststoffe kontinuierlich an und diversifiziert sich. Demnach werden die weltweiten Produktionskapazitäten für Biokunststoffe von rund 2,1 Mio. t im Jahr 2020 auf etwa 2,9 Mio. t im Jahr 2025 steigen.<sup>51</sup> Neue Biopolymere, wie Polymilchsäure (PLA), biobasiertes Polypropylen (PP) und Polyhydroxyalkanoate (PHA) weisen hohe Wachstumsraten auf. Im Jahr 2019 kam biobasiertes PP in kommerziellem Maßstab auf den Markt. Es wird erwartet, dass sich der Absatz bis 2025 mehr als vervierfachen wird, da PP in zahlreichen Sektoren eingesetzt wird. PHA sind eine wichtige Polymerfamilie, deren Produktionskapazitäten sich in den nächsten fünf Jahren schätzungsweise fast verzehnfachen werden. Es wird erwartet, dass die Produktion von biologisch abbaubaren Kunststoffen – PLA, PHA, Stärkemischungen und andere – von gegenwärtig rund 1,2 Mio. t bis zum Jahr 2025 auf 1,8 Mio. t ansteigen wird, insbesondere aufgrund der erheblichen Wachstumsraten von PHA und neuer Investitionen in die PLA-Produktion in den USA und Europa.<sup>52</sup>

Dieser Aufschwung wird, wie der Braunkohleausstieg, zu einem hohen Maße vom Trend „weg von fossilen Rohstoffen“ getrieben. Von dieser Entwicklung kann Deutschland deutlich profitieren, da es über keine nennenswerte Förderung von Erdöl – dem zentralen

---

<sup>51</sup> Statista (2021): Bioplastics global production capacity by type 2019-2025. Eintrag vom 03.09.2021 – online unter <https://www.statista.com/statistics/678684/global-production-capacity-of-bioplastics-by-type/>

<sup>52</sup> European Bioplastics e. V. (2020): Bioplastics market data – online unter: <https://www.european-bioplastics.org/market/>

Rohstoff für konventionelle Kunststoffe – verfügt. Somit muss anders als bei der Braunkohle als heimischem Rohstoff kein Ausstiegsszenario für Erdöl bewältigt werden. Stattdessen bietet der Ausbau einer biobasierten Industrie auch für die Akteure des Braunkohlekomplexes und deren Dienstleister eine Chance zu partizipieren. Zentrale FuE-Partner sind das Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse (CBP) in Leuna, das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) in Leipzig sowie das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) Halle/Leipzig. Sollten sich hingegen keine konkreten Möglichkeiten zur Entwicklung von Geschäftsmodellen ergeben, kann eine aufstrebende Bioökonomie (ebenso wie die gesamte chemische Industrie, die entstehende Wasserstoffökonomie oder die erneuerbaren Energien) eine alternative, aber dennoch erwerbsbiografienahe Beschäftigungsperspektive für die im Regelfall gut qualifizierten Mitarbeitenden des Braunkohlekomplexes bieten: so u. a. entsprechende Maßnahmen des Re- und Up-Skillings durch die Bildungsakademie Leuna. Derartige Angebote können erweitert/ergänzt und mit Aus- und Weiterbildungsangeboten für digitale Fähigkeiten und Tätigkeiten kombiniert werden.

### 3.2.3 Wasserstoff

Seit 2016 wurden insgesamt 85 innovationsorientierte Projekte mit einem Bezug zum Thema Wasserstoff von Akteuren aus der IRMD durchgeführt (siehe Tabelle 2 auf Seite 40). Der Schwerpunkt der Projekte lag auf der Aufbereitung von Wasserstoff (Aufreinigung, halogeniert) sowie dem Aufbau der nötigen Infrastruktur (Wasserstoffinfrastruktur, Brennstoffzelle).

Die in Abbildung 12 kenntlich gemachten Schwerpunkte decken sich zu weiten Teilen mit denen der Technologiefeldanalyse. Ergänzend wurden in den Expert:innengesprächen vor allem der Auf- und Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur (Netze und Elektrolyseure) als Voraussetzung für zukünftige Geschäftsfelder genannt. In diesem Zusammenhang wurde vor allem auf die Existenz einer Wasserstoff-Pipeline als regionales Alleinstellungsmerkmal hingewiesen. Zudem existieren für die Speicherung von Wasserstoff natürliche Kavernen. Um gemeinsame Perspektiven und Geschäftsmodelle zu entwickeln sowie Projekte durchzuführen, haben sich die regionalen H<sub>2</sub>-affinen Akteure im HYPOS e. V. organisiert. Die Linde AG betreibt in Leuna bereits das weltgrößte Gaszentrum und ab dem Jahr 2022 auch den bis dahin größten PEM-Elektrolyseur mit 24 MW installierter Leistung.<sup>53</sup> Somit ergeben sich auch für die Unternehmen des Braunkohlekomplexes und der Braunkohlewirtschaft im weiteren Sinne zahlreiche Anknüpfungspunkte, um in die Erzeugung, den Transport, die Speicherung oder auch die Nutzung von („grünem“) Wasserstoff einzusteigen. Das Know-how aus dem Betrieb großtechnischer Anlagen kann sich auch in einer Wasserstoffökonomie als tragfähiges Geschäftsmodell erweisen. Dabei ist mit Blick auf die Erzeugung von grünem Wasserstoff eine gewisse Skepsis angebracht, da internationale Erzeugungskontexte – insbesondere

---

<sup>53</sup> Höpner, Axel (2021): Linde baut in Leuna den weltweit größten Wasserstoff-Elektrolyseur. Handelsblatt vom 13.01.2021 – online unter <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/energiewende-linde-baut-in-leuna-den-weltweit-groessten-wasserstoff-elektrolyseur/26794320.html?ticket=ST-1377111-Xml1z5bkNT79ZymiTfX3-ap5>



Für Mitteldeutschland wird gemäß McKinseys Energiewende-Index für das Jahr 2050 ein Wasserstoffbedarf von jährlich 2 Mio. t erwartet; zentrale Abnehmer sind dabei Kraftwerke zur Stromerzeugung, die chemische Industrie (Raffinerien und *via* Ammoniak die Düngemittelherstellung) und die Gebäudeheizung.<sup>59</sup>

---

<sup>59</sup> Siehe die Webseite des McKinsey Energiewende-Index:  
<https://www.mckinsey.de/branchen/chemie-energie-rohstoffe/energiewende-index>





von Angeboten von Engineering-Services im Rahmen von Maintenance, Retrofit, Overhaul (MRO) bestehender „grüner“ Technologien/Anlagen.

Zudem kann sich hier auch ein Geschäftsmodell „Rohstoffe 2.0“ ergeben, wenn auf die Verwertung von ausgedienten Anlagen etwa zur Wandlung erneuerbarer Energien gesetzt wird: In Deutschland fallen zukünftig deutlich wachsende Mengen an zu recycelnden Photovoltaik-Modulen an. Dabei beziehen sich die folgenden Ausführungen auf poly- und monokristalline Photovoltaikmodule, deren Marktanteil weltweit auf ca. 95 % geschätzt wird (für Deutschland ca. 90 %). Zudem bestehen für viele Dünnschichtmodule, z. B. auf Cadmium-Tellurid-Basis (CdTe), bereits weitestgehend geschlossene Recycling-Kreisläufe aufgrund der Knappheit und des hohen Werts der verwendeten Materialien sowie ihrer Toxizität.<sup>60</sup> Im Durchschnitt wird die Lebensdauer von Photovoltaikmodulen auf ca. 20 bis 25 Jahre taxiert. Entsprechend fallen in Deutschland nun, wo die erste Fördergeneration des im Jahr 2000 in Kraft getretenen Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) an ihr Nutzungsende kommt, größere und stark wachsende Mengen an zu recycelnden PV-Modulen an. Die Internationale Organisation für erneuerbare Energien (englisch: International Renewable Energy Agency, IRENA) erwartet für das Jahr 2030 bereits ein potenzielles kumuliertes Recycling-Aufkommen von ca. 400.000 bis 1.000.000 t in Deutschland, weltweit kumuliert bis zum Jahr 2050 sogar bis zu 78 Mio. t.<sup>61</sup> Im Fokus der Diskussion stehen dabei, neben der Glasabdeckung und dem Aluminiumrahmen, vor allem die wertvollen Rohstoffe, wie Silizium, Blei, Zink, Zinn und Silber, in der Solarzelle. Aufgrund der vormals eher geringen Mengen an PV-Modulen und des vergleichsweise großen Recycling-Aufwands, wurde bislang ein Großteil auf Mülldeponien und in Verbrennungsanlagen entsorgt. Dies ändert sich nun erkennbar, getrieben durch die Skaleneffekte des zu erwartenden Recycling-Aufkommens, neuartiger Recyclingverfahren sowie neuer EU-Recycling-Vorschriften im Hinblick auf gesteigerte Sammel- und Recycling-Quoten für Modulhersteller, die vorgeschrieben sind (WEEE-Direktive: Waste Electrical & Electronic Equipment).<sup>62</sup>

Analog zur Photovoltaik wird das Thema Windenergieanlagen-Rückbau und -Recycling in den 2020er Jahren zunehmend in den Mittelpunkt rücken, da nun ebenfalls die ersten größeren EEG-geförderten Windparks aus der Förderung fallen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die anfallenden Mio. t Beton, Stahl oder Aluminium über bestehende Recyclingstrukturen verwertet werden können. Als deutlich anspruchsvoller werden dagegen die Rotorblätter beurteilt, die insbesondere aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) sowie – in deutlich geringerem Maße – aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) bestehen.<sup>63</sup> Wenngleich in der IRMD erste

---

<sup>60</sup> Deng, Rong; Chang, Nathan L.; Ouyang, Zi; Chong, Chee Mun (2019): A techno-economic review of silicon photovoltaic module recycling. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 109 (2019) 532–550, S. 533.

<sup>61</sup> IRENA (2016): End-of-Life Management – Solar Photovoltaic Panels, S. 60 und S. 32 – online unter: <https://www.irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels>

<sup>62</sup> Deng, Rong; Chang, Nathan L.; Ouyang, Zi; Chong, Chee Mun (2019): A techno-economic review of silicon photovoltaic module recycling. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 109 (2019) 532–550, S. 534.

<sup>63</sup> Bundesverband Windenergie (2019): Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen – online unter: <https://www.wind-energie.de/themen/anlagentechnik/publikationen-anlagentechnik/>

Versuche der MUEG Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH, die Verbundmaterialien aus Windenergieanlagen wiederzuverwerten – konkret die Rotorblätter –, nicht erfolgreich verlaufen sind, haben sich in den vergangenen Jahren neue Anwendungen von Verfahren wie etwa der Pyrolyse herausgebildet, mit denen Kunststoffe wieder in flüssige Kohlenwasserstoffe überführt werden können. Das Dresdner Start-up Biofabrik<sup>64</sup> gibt an, mit seiner Pyrolyse-Technik aus 1.000 kg Kunststoffabfall rund 950 l synthetisches Rohöl erzeugen zu können.<sup>65</sup>

Auch mit Blick auf den aktuellen Markthochlauf der Elektromobilität ist absehbar, dass Wiederverwertungskonzepte für die Batteriezellen benötigt werden. Diese machen bis zu 40 % der Wertschöpfung eines Fahrzeugs aus und haben eine Lebensdauer von rund 8 bis 10 Jahren. Es ist absehbar, dass die schon gegenwärtig knappen Kapazitäten zur Verwertung ausgedienter Batteriezellen in keiner Weise den bis zum Jahr 2030 stark wachsenden Mengen gerecht werden.<sup>66</sup>

Für die Technik- und Engineering-nahen Akteure aus der Braunkohlewirtschaft (Braunkohlekomplex zzgl. technische Dienstleister etc.) kann es sich vor dem Hintergrund der bis zum Jahr 2030 stark anwachsenden Mengen an ausgemusterten „grünen“ Technologien und im Verbund mit Recycling-Unternehmen wie REMONDIS und Veolia anbieten, signifikante Kapazitäten zur Wiederverwertung aufzubauen. Zudem bestehen mit den Tagebauen große Flächen, auf denen die notwendigen (Zwischen-)Lager und Anlagen installiert werden können. Die zentrale Lage und gute logistische Anbindung Mitteldeutschlands macht eine solche Lösung auch grenzüberschreitend attraktiv und bietet mit der chemischen Industrie einen potenziellen Abnehmer für einige der wiedergewonnenen Sekundärrohstoffe.

### 3.3 Politische Strategien auf EU-, Bundes- und Landesebene

Entscheidend für die Umsetzbarkeit und Tragfähigkeit der zukünftigen Geschäftsfelder ist das aktuelle und künftige Marktpotenzial. Darüber hinaus spielt aber auch der politische Wille eine wichtige Rolle, Investitionen der privaten Akteure zu unterstützen und die Transformation des Energiesystems sowie der Wirtschaft insgesamt zu unterstützen. Im Folgenden werden daher die wesentlichen derzeitigen Strategiepapiere analysiert, welche einen konkreten Einfluss auf die benannten zukünftigen Geschäftsfelder haben.

---

<sup>64</sup> Siehe die Unternehmenswebseite der Biofabrik: <https://biofabrik.com/white-refinery/wastx-plastic/>

<sup>65</sup> Schwab, Tobias (2021): Umweltschutzprojekt in Westafrika: Aus Müll die Zukunft bauen. Frankfurter Rundschau vom 18.09.2021 – online unter <https://www.fr.de/zukunft/storys/umweltschutz/aus-muell-die-zukunft-bauen-90989463.html>

<sup>66</sup> Tagesschau (2021): Wohin mit ausgepowerten E-Auto-Batterien? Tagesschau-online vom 28.06.2021 – online unter <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/batterien-elektroautos-recycling-101.html>

### 3.3.1 Green Deal der Europäischen Kommission

Im Rahmen des Green Deal ist das Ziel der Europäischen Kommission, dass die europäische Wirtschaft bis 2050 keine Netto-Treibhausgase mehr ausstößt und ihr Wachstum von der Ressourcennutzung abkoppelt. Rund ein Drittel der Investitionen aus dem Aufbaupaket Next Generation EU und dem Siebenjahreshaushalt der EU mit einem Umfang von insgesamt 1,8 Bio. Euro fließt in den Green Deal. Relevante Schwerpunkte für die IRMD in Bezug auf die technologischen Entwicklungspotenziale sind dabei vor allem die Themen Energie, Klima sowie Forschung und Innovation.<sup>67</sup>

#### Schwerpunkt Klima

Der Vorschlag der Kommission für das erste europäische Klimagesetz zielt darauf ab, das im europäischen Green Deal formulierte Ziel rechtlich zu verankern, damit die Wirtschaft und Gesellschaft Europas bis 2050 klimaneutral werden. Diese gesetzliche Verankerung auf EU-Ebene würde potenziell auch eine Anhebung der Klimaschutzziele für 2030 in den meisten Mitgliedstaaten zur Folge haben – so auch in Deutschland. Die Mitgliedsstaaten müssten also ihre klimapolitischen Maßnahmen verschärfen, um die Reduktionsziele zu erreichen.<sup>68</sup>

#### Schwerpunkt Energie

Auf die Erzeugung und den Verbrauch von Energie entfallen mehr als 75 % der Treibhausgasemissionen der EU. Zur Erreichung der Klimaziele für 2030 und der Klimaneutralität bis 2050 muss das Energiesystem der EU daher dekarbonisiert werden.

Um den Übergang zu einem überwiegend auf erneuerbaren Energiequellen bestehenden Energiesektor zu unterstützen, zielt die Europäische Kommission darauf ab, den Verbund der Energiesysteme und besser verzahnte Netze zur Förderung erneuerbarer Energiequellen zu unterstützen. Zudem sollen innovative Technologien und moderne Infrastrukturen gefördert werden. Die konkreten Maßnahmen sind dabei in verschiedenen Strategien definiert. Für die IRMD sind dabei vor allem die Strategie zur Integration des Energiesystems sowie die Wasserstoffstrategie relevant. Diese beiden Strategien bilden die Grundlage für das dekarbonisierte europäische Energiesystem der Zukunft. Auch das Thema nachhaltiger Bioenergie spielt darin eine wichtige Rolle. Im Rahmen dieser Strategien werden ebenfalls innovative Technologien und deren monetäre Förderung als Ziele anvisiert.<sup>69</sup>

---

<sup>67</sup> Europäische Kommission (2021): Europäischer Grüner Deal – online unter [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de) (abgerufen am 12.08.2021)

<sup>68</sup> Europäische Kommission (2021): Klimaschutz und Grüner Deal – online unter [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de) (abgerufen am 12.08.2021)

<sup>69</sup> Europäische Kommission (2021): Energie und Grüner Deal – online unter [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal_de) (abgerufen am 12.08.2021)

## Schwerpunkt Forschung und Innovation

Horizont Europa ist seit dem Jahr 2021 das Forschungs- und Innovationsprogramm der Europäischen Kommission, ausgestattet mit einem Budget von 95,5 Mrd. Euro. Auch hier ist das Ziel der Klimaneutralität prioritär: Mehr als 35 % der Ausgaben stehen für Projekte mit einem direkten Beitrag zum Klimaschutz zur Verfügung. Thematisch sind dabei vor allem *Klima, Energie und Mobilität* (Budget: 15,1 Mrd. Euro) sowie *Lebensmittel, Bioökonomie, natürliche Ressourcen, Landwirtschaft und Umwelt* mit einem Budget von 8,9 Mrd. Euro direkte Anknüpfungspunkte an die technologischen Stärken der Akteure in der IRMD.<sup>70</sup>

### Fit for 55

Die konkrete Umsetzung der Klimapolitik der Europäischen Kommission wird in „Fit for 55“, einem Paket von reformierten und neuen Richtlinien und Verordnungen, gesetzlich geregelt. Damit soll das im Europäischen Grünen Deal verankerte Ziel, den Ausstoß von Treibhausgasen in der EU bis 2030 um mindestens 55 % verglichen mit dem Ausstoß 1990 zu reduzieren und Europa bis 2050 klimaneutral zu machen, erreicht werden. Das Paket besteht aus einer Reihe miteinander verbundener Vorschläge, die alle demselben Ziel dienen: bis 2030 und darüber hinaus einen gerechten, wettbewerbsorientierten und ökologischen Wandel herbeizuführen. Für die IR MD sind hierbei vor allem die Politikbereiche und Wirtschaftssektoren Klima, Energie und Kraftstoffe sowie Landnutzung und Forstwirtschaft von Relevanz. Innerhalb von „Fit for 55“ wird unter anderem die Emissionshandels-Richtlinie und die Erneuerbare-Energien-Richtlinie verschärft.<sup>71</sup>

### 3.3.2 Strategien zum Klimaschutz und der Technologieförderung in Deutschland

Die deutsche Bundesregierung hat mit dem Klimaschutzplan 2050 und darauf folgend mit dem Klimaschutzgesetz aus dem Jahr 2019 und dessen Novelle im Jahr 2021 ihre anspruchsvollen nationalen Klimaschutzziele bestätigt und weiter präzisiert (siehe unten).<sup>72</sup> Der Umbau der Energiewirtschaft ist dabei von zentraler Bedeutung: Durch den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien und den schrittweisen Rückgang der fossilen Energieversorgung sollen die Emissionen des Sektors bis 2030 um 61 bis 62 % gegenüber 1990 reduziert werden.

---

<sup>70</sup> Europäische Kommission: Forschung und Innovation für den europäischen Grünen Deal – online unter [https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/strategy-2020-2024/environment-and-climate/european-green-deal\\_de](https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/strategy-2020-2024/environment-and-climate/european-green-deal_de) (abgerufen am 12.08.2021)

<sup>71</sup> Europäische Kommission (2021): „Fit für 55“: auf dem Weg zur Klimaneutralität – Umsetzung des EU-Klimaziels für 2030 – online unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550> (abgerufen am 28.10.2021)

<sup>72</sup> Deutsche Bundesregierung (2021): Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzlangfriststrategie – online unter <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050> (abgerufen am 12.08.2021) und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021): Novelle des Klimaschutzgesetzes vom Bundestag beschlossen. Meldung vom 24.06.2021 – online unter <https://www.bmu.de/pressemitteilung/novelle-des-klimaschutzgesetzes-vom-bundestag-beschlossen> (abgerufen am 08.11.2021)

Die Anpassungen waren nötig geworden, weil aus Sicht des Bundesverfassungsgerichts das Klimaschutzgesetz von 2019 noch zu kurz griff: So urteilte es im April 2021, dass ausreichende Vorgaben für die Minderung der Emissionen ab dem Jahr 2031 noch nicht vorliegen würden, und forderte Nachbesserungen am Gesetz. Im sogenannten Klimapakt Deutschland<sup>73</sup> konkretisiert die Bundesregierung die geplanten Vorhaben als Antwort auf das Urteil weiter. So sollen in einem „Investitionspakt mit der Industrie“ Anreize geschaffen werden für eine „klimafreundliche Produktion in Deutschland“, insbesondere zur Transformation klassischer Industrien mit hohen Prozessemissionen, wie u. a. der Stahlindustrie, der chemischen Industrie und der Zementindustrie. Gerade dieser Fokus auf die Chemische und die Zementindustrie bieten dabei potenziell Perspektiven für die Akteure in der IRMD. Zudem soll der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft durch das Vorziehen der Planungen für die Bereitstellung und den Einsatz von grünem Wasserstoff in allen geeigneten Bereichen mit dem Ziel umwelt- und klimagerechter Energiegewinnung beschleunigt werden. Auch hierbei bieten sich potenzielle Anknüpfungspunkte an die Technologieschwerpunkte der Akteure in der IRMD. Für das Programm sind in den nächsten zwei Jahren bis zu 8 Mrd. Euro vorgesehen.<sup>74</sup> In der Neufassung des Klimaschutzgesetzes 2021 verschärft die Bundesregierung die Klimaschutzvorgaben und verankert das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045. Bereits bis 2030 sollen die Emissionen um 65 % gegenüber 1990 sinken. Die Gesetzesnovelle ist am 31. August 2021 in Kraft getreten. Darin werden die zulässigen jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionsmengen für einzelne Sektoren (unter anderem die Energiewirtschaft) abgesenkt. Teil des Gesetzes ist zudem ein 8-Milliarden-Sofortprogramm, womit unter anderem Dekarbonisierung der Industrie und die Förderung von grünem Wasserstoff finanziert werden sollen.<sup>75</sup>

Weitere strategische Leitlinien für die Förderung in Deutschland setzt vor allem die Hightech-Strategie als zentraler Bestandteil der Innovationsstrategien, die für die 17 wichtigsten Zukunftsfelder entwickelt wurden. Das Budget zur Unterstützung liegt dabei bei knapp 12 Mrd. Euro. Anknüpfungspunkte für die Akteure der Braunkohle-wirtschaft bieten dabei vor allem der als Mission formulierte Schwerpunkt der Strategie *Nachhaltiges Wirtschaften in Kreisläufen*. Darunter fallen Maßnahmen, wie die Forschungsförderung unter der Nationalen Bioökonomiestrategie oder auch die Rohstoffstrategie der Bundesregierung sowie mehrere Aktivitäten zum Thema Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz<sup>76</sup>. Ebenso wird in diesem Kontext der Markthochlauf der

---

<sup>73</sup> Deutsche Bundesregierung (2021): Klimapakt Deutschland – online unter [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimapakt\\_deutschland\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimapakt_deutschland_bf.pdf) abgerufen am 12.08.2021)

<sup>74</sup> Deutsche Bundesregierung (2021): Treibhausgasneutrale Industrie – online unter <https://www.hightech-strategie.de/hightech/de/steigerung-der-innovationsdynamik-und-innovationspolitik/treibhausgasneutrale-industrie/treibhausgasneutrale-industrie.html> (abgerufen am 12.08.2021)

<sup>75</sup> Deutsche Bundesregierung (2021): Generationenvertrag für das Klima – online unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>, (abgerufen am 28.10.2021)

<sup>76</sup> Deutsche Bundesregierung (2021): Treibhausgasneutrale Industrie – online unter <https://www.hightech->

Wasserstofftechnologien als ein wesentliches Ziel der Nationalen Wasserstoffstrategie unterstützt. Insbesondere die Fördermöglichkeiten der „Important Projects of Common European Interest (IPCEI)“ für Wasserstofftechnologien und -systeme bieten dabei interessante Fördermöglichkeiten für Projekte in der IRMD.

### 3.3.3 Regionale Strategien zum Klimaschutz und zur Technologieförderung

Auch auf regionaler Ebene wurden vor allem im Zuge der Europäischen Strukturförderung sogenannte Regionale Innovationsstrategien durch die Bundesländer erstellt. Diese bilden den förderpolitischen Rahmen der Technologieförderung in den Regionen und setzen thematische sowie technologische Schwerpunkte für die förderpolitischen Maßnahmen. Auch hier gibt es relevante Anknüpfungspunkte zu den technologischen Kompetenzen der Akteure in der IRMD.

#### Sachsen

Für die Innovationsstrategie werden die folgenden, besonders vielversprechenden Zukunftsfelder als Schwerpunktthemen definiert, die einen direkten Bezug haben zu den technologischen Stärkefeldern in der IRMD: Umwelt und Ressourcen, Energie sowie Rohstoffe. Thematische Verschränkungen dieser drei Zukunftsfelder ergeben sich dabei vor allem in den Schwerpunkten Chemie und industrielle Biotechnologie, Dienstleistungsinnovationen im Bereich Recycling, Renaturierung oder Bodenerkundung. Auch die Themen Maschinen- und Anlagenbau sowie Verfahrenstechnik sind mit einer Vielzahl an Anwendungsbezügen für die IRMD relevant.<sup>77</sup>

Weiter spezifiziert werden diese Themenschwerpunkte im *Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2021*, in dem für den Zeitraum bis 2030 die Ziele für Klimaschutz, Energiewende und Klimaanpassung in Sachsen festgehalten sind.<sup>78</sup> In besonderem Maße wird darin der Ausbau der erneuerbaren Energien für die kommenden Jahre forciert. Dabei sind insbesondere die geplanten Schwerpunkte bei der Sektorenkopplung thematisiert, vor allem durch den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft.

Ebenso werden diese für die IRMD hochrelevanten Themenschwerpunkte in den aktuellen *Empfehlungen des Innovationsbeirates*<sup>79</sup> thematisiert. Mehrere sogenannter Missionen haben dabei ein direktes Anknüpfungspotenzial. So sollen Energiemodellregionen in Sachsen etabliert werden, unter anderem mit dem Schwerpunkt Wasserstoff. Auch spricht sich das Gremium für eine Unterstützung auf Landesebene der

---

[strategie.de/SiteGlobals/Forms/hightech/massnahmen/suche\\_filter\\_formular.html](https://www.innovationsstrategie.sachsen.de/SiteGlobals/Forms/hightech/massnahmen/suche_filter_formular.html)  
(abgerufen am 12.08.2021)

<sup>77</sup> Sächsische Landesregierung (2021): Thematische Zukunftsfelder der Innovationsstrategie – online unter <https://www.innovationsstrategie.sachsen.de/thematische-zukunftsfelder.html> (abgerufen am 12.08.2021)

<sup>78</sup> Sächsische Landesregierung (2021): Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2021 – online unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/37830> (abgerufen am 12.08.2021)

<sup>79</sup> Innovationsbeirat Sachsen: Mission Sachsen 2038 – online unter: [https://www.ministerpraesident.sachsen.de/download/ministerpraesident/MISSION\\_SACHSE\\_N\\_2038\\_Empfehlungsbericht\\_Innovationsbeirat\\_Sachsen\\_Endfassung\\_07.07.2021.pdf](https://www.ministerpraesident.sachsen.de/download/ministerpraesident/MISSION_SACHSE_N_2038_Empfehlungsbericht_Innovationsbeirat_Sachsen_Endfassung_07.07.2021.pdf) (abgerufen am 12.08.2021)

Themenschwerpunkte Kreislaufwirtschaft, Bioökonomie, Biotechnologie und Biopharmazie aus.

### Sachsen-Anhalt

In Sachsen-Anhalt werden die Themen Wasserstoff und Energiewende ebenfalls als ein wesentlicher Baustein zur Bewältigung der Klimakrise angesehen.<sup>80</sup> Mit einem Klima- und Energiekonzept (KEK) werden konkrete Maßnahmen aufgezeigt, deren Umsetzung zur Erreichung des Klimaschutzziels beitragen kann und in den kommenden Jahren im Fokus der öffentlichen Förderung stehen soll. Darin werden eine Vielzahl an geplanten und potenziellen Projekten in fünf große Blöcke unterteilt: Energie, Verkehr, Gebäude, Industrie/Wirtschaft sowie Landwirtschaft/Landnutzung/Forstwirtschaft/Ernährung. Vor allem dem Energiesektor, mit einem Anteil von 80 % der Treibhausgasemissionen in Sachsen-Anhalt und einem grundlegenden Einfluss auf alle anderen Sektoren, kommt in den kommenden Jahren eine zentrale Rolle zu. Gemäß der im Sommer 2021 beschlossenen Wasserstoffstrategie des Landes sollen unter anderem bis zum Jahr 2030 mindestens 1 GW Elektrolyseleistung zur Herstellung von jährlich rund 5 TWh grünen Wasserstoffs, aufgebaut werden. Zusätzlich wird der Ausbau von je 5 GW an Wind- und PV-Anlagen abgestrebt, um die Versorgung mit grünem Strom zu ermöglichen.<sup>81</sup> Für die Entwicklung biobasierter Grundstoffe und Materialien als Alternative zu fossilen Quellen (Erdöl) im Mitteldeutschen Revier hat das Land Sachsen-Anhalt in Kooperationen mit der Metropolregion Mitteldeutschland und dem BioEconomy e.V. in einem Strategiepapier zentrale Handlungsfelder für die Etablierung als Modellregion skizziert.<sup>82</sup>

### Thüringen

Die Landesregierung in Thüringen hat in ihrer Regionalen Innovationsstrategie das Innovationsfeld *Nachhaltige Energie und Ressourcenverwendung* definiert. Dieses umfasst die Branchenaktivitäten in den Bereichen erneuerbare Energien, regionale Energieversorgungskonzepte, Energiespeicherung sowie Ressourcenmanagement und -wiederverwendung. Als strategische Ziele werden Aktivitäten im Bereich nachhaltiger Energiesysteme und Ressourcenverwendung, Wertstoff- und Kreislaufwirtschaft sowie

---

<sup>80</sup> Landesregierung Sachsen-Anhalt (2019): Klima- und Energiekonzept Sachsen-Anhalt – online unter [https://mule.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/MLU/MLU/04\\_Energie/Klimaschutz/00\\_Startseite\\_Klimaschutz/190205\\_Klima-\\_und\\_Energiekonzept\\_Sachsen-Anhalt.pdf](https://mule.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/MLU/04_Energie/Klimaschutz/00_Startseite_Klimaschutz/190205_Klima-_und_Energiekonzept_Sachsen-Anhalt.pdf) (abgerufen am 12.08.2021)

<sup>81</sup> Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie, Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung, Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt (2021): Wasserstoffstrategie für Sachsen-Anhalt. Magdeburg, S. 7 – online unter [https://mule.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/MLU/MLU/04\\_Energie/Erneuerbare\\_Energien/Wasserstoff/210503\\_Wasserstoffstrategie\\_Sachsen-Anhalt.pdf](https://mule.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/MLU/04_Energie/Erneuerbare_Energien/Wasserstoff/210503_Wasserstoffstrategie_Sachsen-Anhalt.pdf)

<sup>82</sup> Staatskanzlei und Ministerium für Kultur des Landes Sachsen-Anhalt (Hg): Bioökonomie als Treiber für Wertschöpfung und Innovation Strategiepapier zur Schlüsselrolle des Landes Sachsen-Anhalt bei der Etablierung einer Modellregion der Bioökonomie im Mitteldeutschen Revier. Magdeburg – online unter [https://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de/fileadmin/SOM/SOM\\_Uebergreifend/Dateien\\_Bilder\\_Nachrichten\\_Termine/2021/04-06/Strategiepapier\\_Biooekonomie\\_als\\_Treiber\\_fuer\\_Wertschoepfung\\_und\\_Innovation.pdf](https://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de/fileadmin/SOM/SOM_Uebergreifend/Dateien_Bilder_Nachrichten_Termine/2021/04-06/Strategiepapier_Biooekonomie_als_Treiber_fuer_Wertschoepfung_und_Innovation.pdf)



Potenziale der Bioökonomie benannt. Somit bieten auch in Thüringen die innovationspolitischen Schwerpunkte direkte Anknüpfungspunkte für die technologischen Stärkefelder der Akteure in der IRMD.

---

## 4 Risikoanalyse

---

### 4.1 Politische und rechtliche Dimension

Als wesentliche Herausforderung im Bereich der „politischen und rechtlichen Dimension“ für die mit den Wertschöpfungsketten der braunkohlefördernden und -verarbeitenden Wirtschaft verbundenen Unternehmen gilt die zeitliche Vorverlegung des Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung: das heißt, eine Anpassung des „Gesetz[es] zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze“ (Kohleausstiegsgesetz; in Kraft getreten am 14.08.2021). Abgeleitet wird dies aufgrund folgender Aspekte (u. a. Erreichung der nationalen Klimaschutzziele, weitere Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen):

- ▶ Leitsätze zum Beschluss des Ersten Senats des Bundesverfassungsgerichtes vom 24.03.2021 zu den Regelungen des Klimaschutzgesetzes vom 12.12.2019 über die nationalen Klimaschutzziele und die bis zum Jahr 2030 zulässigen Jahresemissionsmengen; ergibt sich aus Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG (Schutzpflicht des Staates) und Art. 20a GG (Verpflichtung des Staates zum Klimaschutz, was die Herstellung der Klimaneutralität miteinschließt – siehe auch Abschnitt 3.3.2)
- ▶ Europäischer Klima- und Energierahmen 2030 sowie Legislativpakete zur Energieunion; European Green Deal und Beschluss des Europäischen Rates im Dezember 2020 zur Anhebung der Klima-Ambitionen der EU bis 2030; d. h., auf dem Weg zur EU-Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 müssen die EU-internen Treibhausgasemissionen bis 2030 netto um mindestens 55 % gegenüber 1990 reduziert werden. Währenddessen soll eine Deckung des Energiebedarfs der Industrie und privater Haushalte zunehmend über erneuerbare Energien erreicht werden.<sup>83</sup>
- ▶ Europäische Emissionsgrenzwerte für Kraftwerke (Large Combustion Plants – Best Available Techniques, LCP BREF); Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für Großfeuerungsanlagen durch den Deutschen Bundestag (10.06.2021), wovon industrielle Anlagen, wie Kraftwerke, die fossile und biogene Energieträger durch Verbrennung in Energie umwandeln, betroffen sind.<sup>84</sup>

### 4.2 Technologische Dimension

Als zentrales technisches Risiko des Ausstiegs aus der Kohleverstromung gilt die Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit, da mit ihr die plan- und steuerbare Grundlastversorgung durch die beiden Großkraftwerke entfällt. An ihre Stelle treten nach

---

<sup>83</sup> Europäische Kommission (2021): Klimaschutz und Grüner Deal – online unter [https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action\\_de](https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_de) (abgerufen am 27.09.2021)

<sup>84</sup> Bundestag beschließt strengere Vorgaben für Abgase aus Großfeuerungs- und Abfallverbrennungsanlagen – online unter <https://www.bmu.de/pressemitteilung/bundestag-beschliesst-stroengere-vorgaben-fuer-abgase-aus-grossfeuerungs-und-abfallverbrennungsanlagen> (abgerufen am 27.09.2021)

der Logik einer Energiewende erneuerbare Energien, die aufgrund wechselnder Witterungsverhältnisse (Wind, Sonnenschein) volatil und damit nicht verlässlich sind. Allerdings ist das Mitteldeutsche Revier, wie der Rest Deutschlands, auch in das Europäische Stromnetz eingebunden, sodass hier ein regions- und länderübergreifender Ausgleich besteht. Ob die damit ggf. verbundene Nutzung von französischem Atom- oder polnischem Kohlestrom tatsächlich der Intention einer grünen Energieversorgung entspricht, muss an anderer Stelle beantwortet werden. In Kombination mit intelligenten Netzen dürfte die Versorgungssicherheit auch über die Jahre 2034 und 2035 gesichert sein. Wenngleich im Frühjahr 2021 der Anteil des Kohlestroms am Strom-Mix wegen anhaltender Windflauten so hoch wie lange nicht war, lässt sich daraus kaum die Unverzichtbarkeit von Braunkohlekraftwerken ableiten. Parallel zur Energiewende bauen Industriestandorte, wie die Chemieparks in Mitteldeutschland, eigene (Gas-)Kraftwerkskapazitäten auf, um ihren Abnehmern aus der Industrie günstige und verlässliche Energie bereitstellen zu können.

Mit Blick auf die Versorgung mit Prozessdampf und Wärme ist zu erwarten, dass weite Teile der chemischen Industrie schrittweise auf Prozesse und (nicht-fossile) Ausgangsmaterialien umsteigen werden, die mit geringerem Energieeintrag auskommen; dadurch sinkt auch die Nachfrage nach Dampf und Wärme, die dann mit anderen Quellen als mit Kraftwerken bereitgestellt werden können. Wenn Erdöl als Rohstoff reduziert wird, geht auch der Bedarf an „Steam Cracking“ zurück. Die Rohstoffe werden zukünftig vermehrt auf Biomasse und grünen H<sub>2</sub>-Derivaten wie Methanol und Ammoniak beruhen, perspektivisch auch auf einer CO<sub>2</sub>-Fixierung aus der Luft.<sup>85/86</sup> Im Bereich Fernwärme und Elektrizität bauen die Stadtwerke Leipzig, ähnlich wie die Chemieparks, eigene (Gas-)Kraftwerkskapazitäten auf, um den Wegfall der Großkraftwerke (hier: Lippendorf) zu kompensieren; im Falle von Leipzig wird dieser Übergang zur Eigenversorgung bereits Mitte der 2020er Jahre erfolgen.

Ein weiteres Risiko, das mit dem Ausstieg aus der Braunkohleverstromung einhergeht, ist das möglicherweise abnehmende technologische Know-how im Mitteldeutschen Revier. Durch das sukzessive Zurückfahren von Förderung und Nutzung der Braunkohle (Ausnahme: Stoffliche Nutzung) gehen technische Kompetenzen verloren, die für einen Pfadwechsel der Unternehmen des Braunkohlekomplexes von hoher Bedeutung sind. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass der „technologische Kern“ der Unternehmen betroffen ist. Durch den Wegfall dieser oftmals wissensorientierten Kompetenzen verringert sich zudem die potenzielle Anschlussfähigkeit an die weiteren Industrien im Revier, wodurch sich die Chancen auf eine Pfaderneuerung abermals reduzieren.

### 4.3 Wirtschaftliche Dimension

Die wirtschaftliche Dimension ist einerseits durch Risiken auf der übergeordneten Ebene (betrifft Unternehmen allgemein) und andererseits auf der individuellen

---

<sup>85</sup> Fallstudie zum Chemiepark Bitterfeld-Wolfen vom August 2021

<sup>86</sup> Behrendt, Siegfried (2017): Feedstock Change in der Chemieindustrie: Transformationsfeldanalyse im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy. Arbeitspapier vom Januar 2017, Berlin

Unternehmensebene gekennzeichnet. Ein wesentliches Risiko besteht in der „wirtschaftlichen Mehrfachbelastung“ der Unternehmen, d. h. in der Trias aus Fortführung des Bestandsgeschäftsmodells – ggf. noch mit notwendigen Investitionen –, der Entwicklung eines neuen, nachhaltigen und nach Möglichkeit diversifizierten Geschäftsmodells sowie der mittel- bis langfristigen Auseinandersetzung mit den Folgen des ursprünglichen Geschäftsmodells (Entsorgung, Renaturierung, Rekultivierung etc.).

Ein weiteres Risiko besteht in der zukünftigen Preisgestaltung. Das betrifft zum einen die zu erwartenden Zusatzbelastungen aus dem Kauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten. Der nationale Emissionshandel startete im Jahr 2021 mit einem fixen CO<sub>2</sub>-Preis von 25 Euro pro t, im August lag der Preis bereits bei rund 60 Euro pro t. Die Erhöhung der Zertifikatspreise führt dazu, dass fossile Energieträger zunehmend unwirtschaftlich werden, was eine vorgezogene Kraftwerksabschaltung aus Wirtschaftlichkeitsgründen vor den Jahren 2034 bzw. 2035 bedeuten kann. Der erhöhte CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreis kann zudem die (internationale) Wettbewerbsfähigkeit von energieintensiven Unternehmen beeinträchtigen, sofern die erhöhten Kosten nicht über die Steigerung der Produktpreise<sup>87</sup> weitergegeben werden können. Andererseits betrifft dies generell die steigenden Energiekosten, die sich besonders auf energieintensive Unternehmen auswirken. In den Braunkohlelandkreisen gelten als energieintensiv im Sinne der besonderen Ausgleichsregelung gemäß EEG die Sektoren Stahl, Chemie, Nichteisen-Metalle, Zement und Kalk.

Auf der individuellen Unternehmensebene wurde die zukünftige Ressourcenknappheit bei alternativen Stoffen/Produkten genannt. Der Bedarf an Gips beträgt in Deutschland pro Jahr rund 10 Mio. t, von denen ca. 50 % aus der REA von (Braun-) Kohlekraftwerken stammen. Die anderen 50 % werden aus Naturgipsvorkommen gedeckt. Ohne REA-Gips entsteht eine Versorgungslücke von rund 5,5 Mio. t, die anderweitig gedeckt werden muss. Daraus ergeben sich folgende Herausforderungen, da weder die Reduzierung noch der Wegfall von REA-Gips bisher durch Alternativen kompensiert werden können:

- ▶ Recycling von Gips (zu wenig Altmaterial; Bedarf wird perspektivisch nicht gedeckt)
- ▶ Alternativstoffe, wie Pflanzen-/Holzfasern (Beimischung nicht beliebig; z. B. aufgrund der Brandschutzfunktion)
- ▶ Synthetischer Gips aus chemischen Prozessen = Phosphorgips (stark belastet; Anwendungspotenzial stark begrenzt)
- ▶ Naturgipsvorhaben (z. B. im Südharz; Ausgleich zwischen Naturschutz, Klimaschutz und Rohstoffversorgung/Import von Naturgips = CO<sub>2</sub>-intensiv)

---

<sup>87</sup>Um die Wettbewerbsfähigkeit von energieintensiven Unternehmen zu wahren und Carbon Leakage zu vermeiden, können nach einer Einigung des Bundes und der Länder entsprechende Maßnahmen implementiert werden. Fragen und Antworten zur Einführung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung zum 1. Januar 2021 – online unter <https://www.bmu.de/service/fragen-und-antworten-faq/fragen-und-antworten-zur-einfuehrung-der-co2-bepreisung-zum-1-januar-2021> (abgerufen am 28.09.2021)

Generell wird es auf der individuellen Unternehmensebene darum gehen, dass Perspektiven für das jeweilige Unternehmen und die Beschäftigten (zukunftsfähige Arbeitsplätze) aufgezeigt und entwickelt werden, um einen Weggang von Mitarbeitenden in die größeren Städte Halle und Leipzig zu vermeiden, da diese qualifizierten Arbeitskräfte in den Landkreisen fehlen werden.

#### 4.4 Gesellschaftliche Dimension

Gesellschaftliche Veränderungen haben Einfluss auf die Raumentwicklung von Regionen, die mit Risiken in sozialen, wirtschaftlichen, ökologischen und kulturellen Dimensionen einhergehen. Als wesentliches Risiko gilt auf gesellschaftlicher Ebene der demografische Wandel. Im bundesweiten Vergleich vollzieht sich dieser im Mitteldeutschen Revier deutlich stärker und erschwert damit die Strukturentwicklungen der Region. Die Zu- und Abwanderungsbewegungen in der Region bzw. darüber hinaus sind wichtige Parameter der demografischen Entwicklung. Faktoren für den Wohnortwechsel sind neben persönlichen Gründen (Partnerschaft, Familiengründung) und der Verkehrsanbindung der Wohnorte besonders die regionalen Arbeits-, Bildungs- und Wohnungsmärkte. Die in der Region zu beobachtenden Wanderungsbewegungen verlaufen dabei differenziert, mit Blick auf weiterwachsende Metropolen (Leipzig und Halle) auf der einen Seite und schrumpfende ländliche Regionen auf der anderen. Besonders Regionen um die Tagebaue und Kraftwerksstandorte sind betroffen. Diese – auch bundesweit zu beobachtende – Dynamik führt zu einer wachsenden sozialen und sozialräumlichen Ungleichheit. Hinzu kommt die zunehmende Alterung der Gesellschaft: Der hohe Altenquotient, gepaart mit dem geringen bzw. negativen Wanderungssaldo in der Region, führt zu einem teils starken Rückgang der Bevölkerung.<sup>88</sup>

Beide Trends werden sich in den nächsten Jahren voraussichtlich verstärken. Fehlender Zuzug junger Talente und eine geringere Akademikerversorgung in der Region begünstigen die Entwicklung. Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung geht in seiner rationalisierten Prognose<sup>89</sup> von einem anhaltend starken Rückgang der Bevölkerung in den strukturschwachen und ländlich-peripheren Regionen Mitteldeutschlands aus – und damit einhergehend von einem erheblichen Rückgang der Erwerbspersonen.

Die langfristigen Projektionen zu den Auswirkungen der demografischen Veränderungen lassen einen anhaltenden Negativtrend erwarten, der mit einer sinkenden Standortattraktivität sowie Wettbewerbsfähigkeit im Bundesvergleich einhergeht. In einem

---

<sup>88</sup> Platzeck, Matthias; Pofalla, Roland; Praetorius, Barbara; Tillich, Stanislaw et al. (2019): Abschlussbericht der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“. Herausgegeben vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin – online unter [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?__blob=publicationFile)

<sup>89</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2021): Raumordnungsbericht 2021 – Wettbewerbsfähigkeit stärken – online unter [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2021/rob-2021-dl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2021/rob-2021-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

Ranking der Regionen<sup>90</sup> nach Faktoren, wie Lebensqualität, Wirtschaftsstruktur und Arbeitsmarkt, reihen sich die betrachteten Kreise – abgesehen von der Stadt Leipzig – im unteren Drittel ein; die Stadt Halle (Saale) zählt demnach zu den 10 schwächsten Regionen insgesamt und speziell hinsichtlich der Lebensqualität. Ein weiterer Treiber der Entwicklung ist der sich vollziehende Wertewandel innerhalb der Gesellschaft bzw. der jungen Generationen (Stichwort Generation Y und Z), begründet durch Trends wie die Digitalisierung und Globalisierung. Charakteristisch hierfür sind Entwicklungen wie

- ▶ der Übergang von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft und weiter zu einer Freizeit- und IT-Gesellschaft,
- ▶ die Veränderung des ökologischen Bewusstseins durch Klimawandel, Nachhaltigkeit, Ressourcenverbrauch oder
- ▶ der Wunsch nach persönlicher Entfaltung (Sinnstiftung).

Bei der Wahl des Wohn- oder Wirtschaftsstandorts stellt ein verstärkt werteorientiertes Handeln einen nicht unwichtigen Aspekt dar – und damit einhergehend die Diskussion um die persönliche Verbundenheit mit einer Region.<sup>91</sup> Der demografische Wandel, die Standortattraktivität der Region und der Wertewandel stehen in enger Wechselbeziehung zueinander und wirken selbstverstärkend in Hinblick auf die zukünftige Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit der Region.

---

<sup>90</sup> IW Consult (2020): Regionalranking 2020 – 401 Kreise und Städte im Vergleich – online unter <https://www.iwconsult.de/regional/2020/index.php> (zuletzt abgerufen am 25.09.2021)

<sup>91</sup> Siehe dazu u. a. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (2020): Heimatverbundenheit – Ein neuer Sozialindikator für gelungene Integration? – online unter [https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/heimat-integration/heimatverbundenheit.pdf;jsessionid=79EC7FB50E6B12E65036F4E87D9DBBFA.2\\_cid364?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/heimat-integration/heimatverbundenheit.pdf;jsessionid=79EC7FB50E6B12E65036F4E87D9DBBFA.2_cid364?__blob=publicationFile&v=3) (zuletzt abgerufen am 25.09.2021)

---

## 5 Handlungsempfehlungen

---

### 5.1 Strategien für einen Pfadwechsel

Für eine Industriestruktur, die durch starke Pfadabhängigkeiten geprägt ist, stehen vor allem zwei strategische Varianten neuer Pfadentwicklungen zur Verfügung:<sup>92</sup>

- ▶ Zum einen handelt es sich dabei um die Strategie der **Pfadkreation**, die auf die Herausbildung gänzlich neuer Industrien abstellt. Diese Strategie setzt die Existenz eines besonders hochwertigen Innovationssystems voraus, das Firmenausgründungen in einer kritischen Masse ermöglicht. Diese Voraussetzung ist in der Mitteldeutschen Region an den urbanen Standorten Leipzig und Halle zumindest in Ansätzen gegeben, aber in der notwendigen Breite des gesamten Reviers nicht anzutreffen.
- ▶ Zum anderen geht es um die Strategie der **Pfaderneuerung**, welche die Entwicklung neuer Industrien aus den bestehenden Wirtschaftsstrukturen beschreibt. Für diesen Ansatz bietet sich insbesondere das strategische Konzept der verwandten Diversifizierung an. Wissenschaftliche Studien lassen den Schluss zu, dass ein hohes Innovationspotenzial gerade an den Schnittstellen und Überlappungsbereichen unterschiedlicher, aber auch verwandter Kompetenzfelder („Related Variety“<sup>93</sup>) zu verorten ist. Innovationssprünge sind demnach maßgeblich auf eine (Neu)-Kombination von Kompetenzen verschiedener Wirtschaftsakteure zurückzuführen. Die „Related Variety“ beschreibt in diesem Zusammenhang das Vorhandensein von Unternehmen in Branchen, die über verschiedene, aber dennoch ähnliche Kompetenzen verfügen und daher einen relativ engen Bezug zueinander aufweisen. Eine Strategie der verwandten Diversifizierung geht daher von der Erkenntnis aus, dass sich Wissen primär dort überträgt, wo Regionen mit unterschiedlichen Branchen ausgestattet sind, die jedoch aufgrund ihrer gemeinsamen Wissensbasis miteinander eng verbunden sind.<sup>94</sup> In dynamischer Perspektive bedeutet dieser Strategieansatz, dass eine Erneuerung der industriellen Strukturen vor allem auf Basis von vorhandenen Kompetenzfeldern erfolgen sollte, welche um solche neuen Kompetenzen erweitert werden können, die am Rande der Altindustrien im Entstehen begriffen sind.

Die Zukunft der Akteure der Braunkohlewirtschaft im Mitteldeutschen Revier kann somit nur im Kontext der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung der Region und des Zusammenspiels aller Industrien betrachtet werden. Dabei ist festzuhalten, dass aufgrund

---

<sup>92</sup> Tripl, Michaela; Martin, Roman; Tödtling, Franz (2014): Regionale Pfadentwicklung in der Wissensökonomie. Geographische Rundschau 12/2014, S. 32 – 36

<sup>93</sup> Frenken, Koen; Van Oort, Frank; Verburg, Thijs (2007): Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth. Regional Studies, 41(5), pp. 685–697

<sup>94</sup> Boschma, Ron (2008): Constructing regional advance: related variety and regional innovation policy. Report for the Dutch Scientific Council for Government Policy, Utrecht, p. 13

der diversifizierten Industriestruktur der wirtschaftliche Erfolg des Mitteldeutschen Reviers bzw. der Innovationsregion Mitteldeutschland in den letzten Jahren nicht allein vom Fortbestand der Braunkohlewirtschaft abhing und auch in Zukunft nicht abhängen wird. Bei einem moderaten Wachstum würde eine bis in die 2030er Jahre schrittweise auslaufende Braunkohlewirtschaft keine volkswirtschaftlich tiefgreifenden Verwerfungen oder gar eine negative Trendwende hervorrufen, wenngleich auf kommunaler Ebene und somit kleinräumig deutlich spürbar größere Effekte eintreten werden. Es muss somit selbstverständlich das Ziel sein, die Wertschöpfung und Beschäftigung bei den Unternehmen im Zuge einer Neuausrichtung so umfänglich wie möglich zu erhalten.

Für die Pfadgestaltung ergeben sich damit unter Berücksichtigung der Konzepte von Pfadkreation und Pfaderneuerung zwei Ausrichtungen, die parallel zueinander entwickelt werden können, ohne sich grundsätzlich zu widersprechen. Der erste Pfad – **Erhalt der Beschäftigung, aber vorwiegend in anderen Industrien** – setzt vor allem auf den Erhalt von Beschäftigung und die Sicherung der Fachkräftebasis im Mitteldeutschen Revier, indem für Beschäftigte, die aktuell noch in Unternehmen des Braunkohlekomplexes tätig sind, durch Weiterqualifizierungsmaßnahmen frühzeitig Übergänge in andere Sektoren, wie die chemische Industrie, ermöglicht werden. Schon heute reduzieren Akteure wie die MIBRAG ihre Belegschaften. Da die Unternehmen des Braunkohlekomplexes im Regelfall gut ausgebildete Fachleute beschäftigen, liegt es nahe, ihnen mittels Qualifikationen einen Zugang in andere technisch-industrielle Branchen zu ermöglichen. Die Unternehmen des Braunkohlekomplexes würden in einem solchen Szenario über die Zeit dauerhaft schrumpfen (notwendige Tätigkeiten könnten temporär an externe Dienstleister vergeben werden) oder auch ganz verschwinden. Die Maßnahmen zur Sicherung von Wertschöpfung und Beschäftigung würden in einem solchen Fall von anderen Industrien im Mitteldeutschen Revier getragen, nicht aber vom Braunkohlekomplex selbst.

Der zweite Pfad – **Konversion des Braunkohlekomplexes** – setzt hingegen auf den transformativen Umbau der Unternehmen des Braunkohlekomplexes, damit diese mit neuen Geschäftsmodellen (und vermutlich kleiner als heute) auch unabhängig von der Braunkohleförderung/-verstromung eine ökonomische Basis haben. Dieser Pfad ist, neben der strategischen Entwicklung und Umsetzung von neuen Geschäftsideen, maßgeblich davon abhängig, dass die Unternehmen das dafür notwendige Personal halten. Hier ergibt sich unter Umständen eine Pfadkonkurrenz zur erstgenannten Ausrichtung bzw. durch Rekrutierung heute noch fehlender Kompetenzen. Damit verbunden sind erwartungsgemäß Investitionen in neue technische Verfahren bzw. Anlagen, ggf. auch Zukäufe bzw. die Integration von Firmen, Start-ups etc., die angesichts der Fortsetzung des Bestandsgeschäfts und womöglich gleichzeitig sinkender Margen eine hohe Belastung darstellen. Dementsprechend scheinen für die Unternehmen des Braunkohlekomplexes disruptive Geschäftsmodelle (Pfadkreation) kaum möglich. Vielmehr ist eine Neuorientierung im Sinne der verwandten Diversifizierung (Pfaderneuerung) nahe zu den bereits existierenden technologischen Pfaden der Region wahrscheinlich. In der IRMD existieren aufgrund der gut und vielfältig ausgeprägten Industriestruktur zahlreiche direkte technologische Anknüpfungspunkte mit hohen wirtschaftlichen Potenzialen für die Akteure des Braunkohlekomplexes. Der Verlust von Beschäftigung und Wertschöpfung im Braunkohlekomplex kann insbesondere durch die



Entwicklung neuer wissensintensiver industrieller Arbeitsplätze kompensiert werden. Diese strategische Orientierung auf die Schaffung industrieller Arbeitsplätze ergibt sich vor allem aus vier eng zusammenhängenden, regionalökonomisch fundierten Argumenten:

- ▶ Die Industrie weist im Vergleich zu anderen Sektoren einen deutlich höheren Beschäftigungsmultiplikator auf. „Steigt die Endnachfrage nach Erzeugnissen des produzierenden Gewerbes [...], so profitieren die anderen Bereiche der Ökonomie und insbesondere auch die unternehmensbezogenen Dienstleistungen davon in besonders großem Maße“.<sup>95</sup> Industrielle Arbeitsplätze sind daher Treiber der regionalen Gesamtbeschäftigung.
- ▶ Der Innovationsgrad der Industrie liegt im Durchschnitt deutlich höher als in anderen Sektoren. Dies gilt für wissensintensive Industrien, die sich durch eine hohe FuE-Intensität und höher qualifiziertes Personal auszeichnen. Innovationsstarke Wirtschaftsbereiche sind in besonderer Weise wettbewerbsfähig und weisen eine hohe Wertschöpfung aus.
- ▶ Mit industriellen Arbeitsplätzen sind aufgrund der höheren Wertschöpfung in der Regel höhere Löhne verbunden. In bestimmten Segmenten des Dienstleistungssektors werden zwar z. T. sehr hohe Entgelte gezahlt, aber die Gehalts- bzw. Lohnspreizung ist im Dienstleistungssektor sehr viel stärker ausgeprägt als im Industriesektor. Regionen mit einer starken industriellen Basis weisen daher im Durchschnitt eine geringere soziale Polarisierung auf als Regionen mit einem hohen Dienstleistungsanteil.
- ▶ Regionen mit einer starken industriellen Basis sind vergleichsweise krisenfester, soweit sie über eine diversifizierte Industriestruktur verfügen. Ihre relative Resilienz behaupten stark industrialisierte Regionen vor allem gegenüber Krisenprozessen, die vom Finanzsektor ausgehen.

## 5.2 Nachhaltige Projekte eines alternativen Entwicklungspfades

Im Sinne des Konzepts der „Related Variety“ sind zukünftig relevante Geschäftsfelder für die Akteure im Braunkohlekomplex vor allem in der Nähe von bereits existierenden technologischen Pfaden zu erwarten. Um potenziell zukunftssträchtige Geschäftsfelder zu definieren, wurden, wie in Kapitel 3 beschrieben, zunächst die endogenen technologischen Potenziale der Akteure in der Region untersucht, um auf dieser Basis zukunftssträchtige Geschäftsfelder entwickeln zu können. Methodisch wurden dabei sowohl Daten zu innovationsorientierten Projekten in der Region und bestehende Untersuchungen analysiert als auch die Einschätzungen der Expert:innen der regionalen Stakeholder eingebunden. Zudem wurden die Marktpotenziale dieser Geschäftsfelder

---

<sup>95</sup> Kalmbach, Peter; Krämer, Hagen (2005): Die Industrie als Produzent und Nachfrager von Dienstleistungen – Ergebnisse eines Forschungsprojektes. IAW-Report 1/2005, S. 59. Siehe dazu auch Eickelpasch, Alexander (2014): Industrielle Nachfrage nach Dienstleistungen. DIW Roundup Nr. 10 – online unter [https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.440264.de/diw\\_roundup\\_10\\_de.pdf](https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.440264.de/diw_roundup_10_de.pdf)

untersucht und die zu erwartende politische Unterstützung in den kommenden Jahren analysiert. Auf Basis all dieser Überlegungen werden die Themen Regenerative Energien, Bioökonomie, Wasserstoff sowie Kreislaufwirtschaft und Recycling als zukunftssträchtige Geschäftsfelder definiert. Davon ausgehend wurden die folgenden Perspektivimpulse als Anregungen für zukünftige Entwicklungspfade der Akteure des Braunkohlekomplexes formuliert:

- ▶ **Impuls 1 – Rohstoffe für die Bioökonomie:** Die Braunkohleförderung hat und wird weitläufige Abbaufelder hinterlassen, die aufwendig renaturiert werden müssen. Die Umwandlung in künstliche Seen ist ökonomisch nicht immer eine tragfähige Option mit ausreichender Wirkung auf die direkt anschließenden Flächen. Tagebaufelder sind ohne Rekultivierungsmaßnahmen nicht für eine Aufforstung oder eine landwirtschaftliche Nutzung tauglich. Unter Umständen lassen sich die Flächen mit einfachen Maßnahmen für den Bewuchs mit schnell wachsenden Pflanzen nutzen, um auf diese Weise große Mengen von Biomasse zu erzeugen, die als nachwachsender Rohstoff zur Erzeugung von Basischemikalien, Biopolymeren, Bioethanol etc. genutzt werden können. Bei einer Ansiedlung entsprechender Firmen träte eine etablierte Industriestruktur mit der unmittelbaren Verfügbarkeit von Biomasse lokal zusammen. Durch stetige Bodenverbesserung und Rekultivierung können perspektivisch auch Erprobung und Anbau anspruchsvollerer Pflanzen mit weitergehendem Nutzungsspektrum erfolgen.
- ▶ **Impuls 2 – Erzeugung und Speicherung Grüner Energie im Tagebau:** Die Tagebaue bieten Raum für großflächige Solar- und Windenergieanlagen, um Strom für die weitere Nutzung bereitzustellen, etwa zur Erzeugung von grünem Wasserstoff. Ebenso kann der Strom für ein Power-to-Heat-System und damit zur Wärmeerzeugung und -speicherung genutzt werden; die Speicherung ist dabei in Form von Hochtemperatursalzschnmelzen, Ölen oder Festkörpern, wie z. B. Gestein, denkbar. Zudem liegt eine Mischnutzung in Kombination mit Impuls 1 nahe, sodass die parallele Erzeugung von Biomasse und Strom die Wertschöpfung pro genutztem Quadratmeter erhöht.
- ▶ **Impuls 3 – Klimaneutrale Bereitstellung von Prozesswärme:** Für die Wärmeversorgung im Immobilienbereich eignen sich vielerorts Wärmepumpen. Mit Blick auf industrielle Anwendungen erreichen prototypische Anwendungen von Hochtemperaturwärmepumpen heute bereits 140 °C; die in der Industrie oftmals notwendigen 200 °C gelten als technisch realisierbar. Wird eine Wärmepumpe mit grünem Strom betrieben, kann der gesamte Prozess klimaneutral durchgeführt werden. Für industrielle Anwendungen sind entsprechend großskalige oder modular angeordnete Anlagen notwendig. Da das Mitteldeutsche Revier über eine hohe Konzentration an Engineering-Unternehmen und -Kompetenzen verfügt, ist der Aufbau einer entsprechenden Industrie mit Exportperspektive denkbar. Der Impuls ist anschlussfähig an die in Impuls 2 skizzierte Wandlung von Strom in Wärme.
- ▶ **Impuls 4 – Weiterbildungs-Accelerator/Coding-School Mitteldeutschland:** Ausgehend von den zahlreichen, meist technischen Ausbildungsberufen, die die Firmen aus der Braunkohlewirtschaft anbieten – zum Teil auch unternehmensübergreifend, z. B. MIBRAG, –, wird im Verbund mit bestehenden Weiterbildungs-

einrichtungen, wie der Bildungsakademie Leuna, ein „Weiterbildungs-Accelerator Mitteldeutschland“ etabliert, der dafür sorgt, dass zum einen die Übergänge von Beschäftigten der Braunkohlewirtschaft in neue Geschäftsfelder und ggf. andere Industrien erleichtert werden, zum anderen aber der zu erwartende Fachkräftebedarf mittel- und langfristig vor Ort gedeckt werden kann („Green/Digital Skills for Green/Digital Transition“). Damit greift ein solcher Weiterbildungs-Accelerator die auch in der nationalen Weiterbildungsstrategie<sup>96</sup> zentralen Elemente des *Re- und Up-Skillings* auf. Dementsprechend wird als Erweiterung des Accelerators gerade mit Blick auf digitale Fähigkeiten eine Coding-School nach dem Vorbild der französischen „École 42“<sup>97</sup> etabliert, die (junge) Menschen nicht auf Grundlage von Zeugnissen etc. aufnimmt und ausbildet, sondern nur auf Grundlage von Talent, Interesse und Können. Das Modell der „École 42“ existiert weltweit u. a. auch als „Wolfsburg 42“ und „Heilbronn 42“ in Deutschland.

- ▶ **Impuls 5 – Ausbau der Seethermie:** Die Wassertemperatur von Binnenseen, zum Beispiel der im Zuge der Renaturierung entstandenen Tagebauseen, sinkt auch im Winter kaum unter 5 °C. Daher kann Wasser entnommen und die Energie über Wärmetauscher in einen zweiten Wasserkreislauf übertragen werden, der sie zum Verwendungsort transportiert. Dort bringen dezentrale Wärmepumpen die Wärme unter Einsatz von Strom auf das gewünschte Temperaturniveau. Über Nahwärmenetze kann die Heizenergie schließlich in die Häuser gelangen. Das abgekühlte Seewasser wird wieder zurück in das Gewässer geleitet. Im Sommer lässt sich der Prozess umkehren und zum Kühlen nutzen. Das Potenzial der in Deutschland noch nicht genutzten Seethermie wurde am Beispiel des Zwenkauer Sees für die Tagebauseen im Mitteldeutschen Revier ermittelt und in den Kontext einer umfassenden Analyse der Wirtschaftlichkeit, der Umweltverträglichkeit und der Genehmigungsfähigkeit gestellt.<sup>98</sup>
- ▶ **Impuls 6 – Mega-Engineering zur Anpassung an Klimafolgen:** Die braunkohlefördernden Unternehmen verfügen über ein ausgeprägtes Know-how zum Abbau, der mechanischen Aufbereitung, zum Transport und zum präzisen Absetzen großer Mengen von Material/Schüttgut. Da infolge des Klimawandels der Meeresspiegel steigt und auch Extremwetterereignisse immer ausgeprägter und häufiger stattfinden, sind entsprechende Anpassungsmaßnahmen nötig, um die Auswirkungen dieser Klimafolgen abzumildern. Derartige Anpassungs- und Schutzmaßnahmen (z. B. Deicherhöhung, Sicherung von Infrastrukturen, Renaturierung von Flussläufen) werden z. T. mit großflächigen Materialbewegungen verbunden sein, für die die braunkohlefördernden

---

<sup>96</sup> Siehe die Webseite des BMAS:

<https://www.bmas.de/DE/Arbeit/Aus-und-Weiterbildung/Weiterbildungsrepublik/Nationale-Weiterbildungsstrategie/nationale-weiterbildungsstrategie.html>

<sup>97</sup> Siehe die Webseite der École 42: <https://www.42.fr/>

<sup>98</sup> Innovationsregion Mitteldeutschland (Hg) (2021): Seethermie - Innovative Wärmerversorgung aus Tagebaurestseen. Schlussbericht vom 23.07.2021 - online unter [https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/07/20210723\\_Schlussbericht-Seethermie\\_Langfassung.pdf](https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/07/20210723_Schlussbericht-Seethermie_Langfassung.pdf)

Unternehmen sowohl über das technische als auch das geologische Know-how verfügen.

- ▶ **Impuls 7 - Industrielle Dienstleister/Kreislaufwirtschaft für „grüne“ Technologien:** Aus dem technischen und Know-how-Potenzial entwickeln die Unternehmen der Braunkohlwirtschaft ein Service-Portfolio für Wachstumsbranchen. In Kombination mit Engineering-Unternehmen können sie die Planung und Projektierung von Anlagen, die Erschließung von Arealen, die energetische Versorgung sowie die Optimierung und Steuerung von Prozessen und Anlagen etwa in der chemischen Industrie, bei Infrastrukturprojekten oder in der Elektromobilität (inkl. Ladeinfrastruktur) übernehmen. Besonders attraktive Geschäftsfelder können die Etablierung von Recycling-Prozessen – etwa die Wiederaufbereitung von Batteriezellen<sup>99</sup> oder die Verwertung von ausgemusterten Windenergie- und PV-Anlagen<sup>100</sup> – sowie die Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft für grüne Technologien sein.

### 5.3 Politische Rahmenbedingungen für einen Pfadwechsel

Die Perspektivimpulse stellen ein Angebot an die Akteure im Mitteldeutschen Revier bzw. der IRMD dar, im Sinne der Pfaderneuerung und im Zusammenspiel der regionalen Akteure, Potenziale und Strukturen Perspektiven insbesondere für die Unternehmen des Braunkohlekomplexes zu schaffen. Da sich Kooperations- und Geschäftsbeziehungen nicht nur entlang von Wertschöpfungsketten ausbilden, sind gerade jene Fälle von Bedeutung, bei denen es zu branchen- und technologiefeldübergreifenden Kooperationen kommt. In ihnen liegt das Potenzial, bestehende Pfade mit neuen Impulsen zu versehen bzw. neue Pfade komplementär oder gar substituierend zu den etablierten Wertschöpfungsmodellen zu etablieren. Diese Betrachtung geht auf der Ebene der einzelnen Unternehmen mit den drei grundsätzlichen Strategien einher, wie Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit sichern können:

- ▶ **Optimierung:** Die Verfahren zur Herstellung und die erzeugten Produkte oder Dienstleistungen bleiben erhalten, werden jedoch im Bestand auf maximale Effizienz, Effektivität und Qualität optimiert, um so konkurrenzfähig zu bleiben.
- ▶ **Restrukturierung:** Die Produkte/Dienstleistungen bleiben erhalten, aber die Verfahren, mit denen sie erzeugt werden, wandeln sich. Dadurch können oftmals „Economies of Scale“ realisiert werden.

---

<sup>99</sup> Tagesschau (2021): Wohin mit ausgepowerten E-Auto-Batterien? tagesschau.de vom 28.06.2021 – online unter <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/batterien-elektroautos-recycling-101.html>

<sup>100</sup> In Deutschland fallen, da die erste Fördergeneration des im Jahr 2000 in Kraft getretenen Erneuerbaren Energien-Gesetzes an ihr Nutzungsende kommt, deutlich wachsende Mengen an zu recycelnden PV-Modulen an. Die IRENA erwartet für das Jahr 2030 ein potenzielles kumuliertes Recycling-Aufkommen von ca. 400.000 bis 1.000.000 t in Deutschland bei stark wachsenden Raten in den Folgejahren. Ähnliches gilt für Windenergieanlagen.

- ▶ **Diversifizierung:** Die bestehenden Verfahren und Produktionsprozesse werden durch intelligente Lückenschlüsse so erweitert/verändert, dass neue Produkte und Dienstleistungen angeboten werden können („Economies of Scope“).

Insbesondere die Fähigkeit der Diversifizierung im Sinne einer „Related Variety“<sup>14</sup> beruht im hohen Maße auf der Vielfalt von Kombinations- und Anschlussmöglichkeiten in den einzelnen Unternehmen, aber ebenso in der Region. Das darin liegende Potenzial umfasst die unternehmerische wie auch regionale Summe des fachlichen und systemischen Wissens, die Ausstattung mit Maschinen und Geräten, das Vorhandensein entsprechender Infrastrukturen, das Wissen über Märkte, Kunden, Rechtsrahmen etc. Dabei kommt es darauf an, möglichst viele Ressourcen aus dem bestehenden Kontext zu nutzen und durch Rekombination und intelligente Lückenschlüsse neue Produkte, Services sowie Geschäftsmodelle zu entwickeln und damit neue Kunden und Märkte zu erschließen.

Gemäß dieser Orientierung ist es im weiteren Prozess nötig, die unter Abschnitt 5.2 genannten und aus den Analyseergebnissen abgeleiteten Impulse aufzugreifen, zu profilieren, auf ihre Umsetzbarkeit und Passfähigkeit zur Unternehmenslandschaft (auch: FuE-Landschaft) zu prüfen sowie als Ausgangspunkt für die Ableitung weiterer Impulse bzw. Projektideen zu nutzen. In einem solchen Prozess ist es möglich, dass die ursprünglichen Impulse vollständig verworfen und durch andere, besser geeignete Ansätze ersetzt werden. **Die Definition der Erfolgswahrscheinlichkeit, der wirtschaftlichen Potenziale, der Umsetzbarkeit und der dafür notwendigen Maßnahmen liegt in erster Linie bei den Unternehmen – die Verantwortung, in dem Prozess konkrete Ergebnisse zu erzeugen, allerdings auch.** Dabei ist zu beachten: Gerade der unternehmensübergreifende Austausch als Grundlage von Kooperationen ist kein selbstverständlicher Prozess. Eine stark ausgeprägte Pfadabhängigkeit und unterentwickelte Verbindung mit Akteuren aus anderen Sektoren, wie sie für den Braunkohlekomplex attestiert werden können, erschweren diesen Prozess strukturell ebenso wie eine unzureichende Wandlungsbereitschaft der handelnden Personen.

Wenngleich es im Mitteldeutschen Revier bereits Netzwerkstrukturen, wie den HYPOS e. V. oder den BioEconomy e. V., gibt, ist es angesichts der bestehenden Akteurslandschaft notwendig, den innovations- und wettbewerbsorientierten Austausch über Branchengrenzen hinweg zu fördern. Ein solcher Austausch kann zunächst sowohl themenoffen durchgeführt werden als auch entlang der identifizierten Potenzialfelder „Regenerative Energien“, „Bioökonomie“, „Wasserstoff“ sowie „Kreislaufwirtschaft und Recycling“. Da bei einer derart thematischen Ausrichtung keine Doppelstrukturen geschaffen werden sollen, kommt den bestehenden Netzwerken hier eine zentrale Steuerungs- und Durchführungsrolle zu. Mit der Einrichtung einer **Innovations-Plattform Mitteldeutsches Revier** besteht die Möglichkeit, die unternehmerischen und regionalen Potenziale in unterschiedlichen Konstellationen zusammenzuführen und arbeitsteilig auf ihre Tragfähigkeit zu prüfen bzw. zu entwickeln. Eine solche Innovationsplattform geht zwangsläufig über den Braunkohlekomplex hinaus und stellt damit ein Angebot an die gesamte Wirtschaft dar, mit dem Fokus auf Industrie in Kombination mit Hochschulen und FuE-Einrichtungen. Gegenüber den meist nebeneinander bestehenden Netzwerkstrukturen bietet sich hier die Möglichkeit, eine

**Koordination** – im Sinne einer Gestaltung des regionalen Innovationssystems – für das gesamte Revier zu etablieren. Dabei wird es sich im Laufe des Prozesses zeigen, ob auch (und insbesondere) die Akteure des Braunkohlekomplexes von diesem Service profitieren oder andere Branchen das Potenzial zur Diversifizierung eher nutzen.

Die Innovationsplattform hat ergänzend die Aufgabe eines **Monitorings** – sowohl von Entwicklungen/Änderungen in der politischen Schwerpunktsetzung und damit förderpolitischen Ausrichtung auf europäischer, nationaler und Landesebene als auch von innovationsnahen Entwicklungen im Mitteldeutschen Revier. Bisher stehen von unterschiedlichen Ministerien geförderte Projekte und Aktivitäten oft unverbunden nebeneinander. Um die wechselseitige Anschlussfähigkeit zu verbessern, ist es nötig, dass die jeweiligen Akteure inkl. der steuernden Stellen eine flächendeckende und aktuelle Kenntnis von den sich wandelnden Themen, Partnern und Strukturen haben. Dabei ist von Folgendem auszugehen: Aufgrund der noch weiter an Bedeutung gewinnenden Klimaziele werden sich die Förderlandschaften auf den unterschiedlichen Ebenen der übergeordneten Gebietskörperschaften wesentlich stärker zugunsten transformativer Strategien und Projektansätzen verändern. Diese Kulissenveränderungen gilt es, frühzeitig zu identifizieren und zugunsten regionaler Projektarchitekturen zu nutzen.

Dies gilt auch für die Frage, welche **Fachkräftebedarfe** mit der Diversifizierung des Braunkohlekomplexes und der sonstigen Industrien im Mitteldeutschen Revier einhergehen. In diesem Zusammenhang ist davon auszugehen, dass der zunehmende Bedarf an transformationsspezifischen Kompetenzen zu einem zentralen Engpassfaktor werden kann, soweit nicht frühzeitig durch Veränderungen im regionalen Ausbildungs- und Weiterbildungssystem reagiert wird. Die entsprechenden Kompetenzen sind eine wesentliche Voraussetzung für einen erfolgreichen Strukturwandel, um eine nachhaltige Wertschöpfung mittels klimaneutraler Produktion zu ermöglichen. Durch die Veränderung bestehender und den Aufbau neuer Infrastrukturen und Angebote im regionalen Ausbildungssystem – und vor dem Hintergrund der zu erwartenden Job-Transitionen vor allem im Weiterbildungssystem – ist dieser Herausforderung rechtzeitig vorzubeugen.

Der hier vorgeschlagene Fokus auf eine Strategie der Pfaderneuerung schließt flankierende Aktivitäten zur Pfadkreation nicht aus. Das Potenzial der vorhandenen wissensintensiven Wirtschaft bietet hierfür geeignete Voraussetzungen. Die Weiterentwicklung des regionalen Innovationssystems z. B. durch die Gründung und den Ausbau von Forschungsinstituten, die Ansiedlung von Bundesbehörden oder die Investition in Gründerinfrastruktur gehört damit weiterhin zu den Aufgaben der regionalen Wirtschaftsförderung bzw. des Regionalmanagements. Je mehr sich die altindustrielle Braunkohlewirtschaft auf die innovativen Potenziale an ihren Rändern bezieht, umso mehr wird es möglich sein, zwischen ihr und der wissensintensiven Industrie der Region produktive Synergien zu entwickeln. Andernfalls ist mit einer Schrumpfung der Unternehmen des Braunkohlekomplexes bis zur vollständigen Bedeutungslosigkeit zu rechnen.

---

## Literaturverzeichnis

---

- Behrendt, Siegfried (2017): Feedstock Change in der Chemieindustrie: Transformationsfeldanalyse im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy. Arbeitspapier vom Januar 2017, Berlin
- Boschma, Ron (2008): Constructing regional advance: related variety and regional innovation policy. Report for the Dutch Scientific Council for Government Policy, Utrecht
- Brökel, Tom (2016): Wissens- und Innovationsgeographie in der Wirtschaftsförderung – Grundlagen für die Praxis. Springer Gabler, Wiesbaden sowie Grabher, G. (1993): The weakness of strong ties: the lock-in of regional development in the Ruhr area, in: Grabher, G. (Ed.): The embedded firm – On the socioeconomics of industrial networks. Routledge, London, S. 255 – 277
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2021): Raumordnungsbericht 2021 – Wettbewerbsfähigkeit stärken – online unter [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2021/rob-2021-dl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2021/rob-2021-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=4) (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2020): H<sub>2</sub>ATLAS-AFRICA – Potenzialatlas Grüner Wasserstoff in Afrika: Eine Studie der technologischen, ökologischen und sozioökonomischen Machbarkeit. Bonn
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2021): Potenzialatlas Wasserstoff: Afrika könnte Energieversorger der Welt werden. Webseite des BMBF vom 20.05.2021 – online unter [https://www.bmbf.de/bmbf/de/home/\\_documents/potenzialatlas-wasserstoff-afr-ergieversorger-der-welt-werden.html](https://www.bmbf.de/bmbf/de/home/_documents/potenzialatlas-wasserstoff-afr-ergieversorger-der-welt-werden.html) (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021): Novelle des Klimaschutzgesetzes vom Bundestag beschlossen. Meldung vom 24.06.2021 – online unter <https://www.bmu.de/pressemitteilung/novelle-des-klimaschutzgesetzes-vom-bundestag-beschlossen> (zuletzt abgerufen am 08.11.2021)
- Bundesverband Windenergie (2019): Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen – online unter <https://www.wind-energie.de/themen/anlagentechnik/publikationen-anlagentechnik/> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Conomic GmbH (2020): Technologiefeldanalyse Innovationsregion Mitteldeutschland – online unter [https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2020/09/C1929X11\\_Technologiefeldanalyse\\_IRMD\\_zentrale-Ergebnisse.pdf](https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2020/09/C1929X11_Technologiefeldanalyse_IRMD_zentrale-Ergebnisse.pdf) (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Deng, Rong; Chang, Nathan L.; Ouyang, Zi; Chong, Chee Mun (2019): A techno-economic review of silicon photovoltaic module recycling. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 109 (2019) 532–550

- Destatis (2021): Stromerzeugung im 1. Halbjahr 2021: Kohle wichtigster Energieträger. Pressemitteilung Nr. 429 vom 13.09.2021 – online unter [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/09/PD21\\_429\\_43312.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/09/PD21_429_43312.html) (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Deutsche Bundesregierung (2021): Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzlangfriststrategie – online unter <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050> (abgerufen am 12.08.2021)
- Deutsche Bundesregierung (2021): Generationenvertrag für das Klima – online unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>, (abgerufen am 28.10.2021)
- Deutsche Bundesregierung (2021): Klimapakt Deutschland – online unter [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimapakt\\_deutschland\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimapakt_deutschland_bf.pdf) (abgerufen am 12.08.2021)
- Deutsche Bundesregierung (2021): Treibhausgasneutrale Industrie – online unter <https://www.hightech-strategie.de/hightech/de/steigerung-der-innovationsdynamik-und-innovationspolitik/treibhausgasneutrale-industrie/treibhausgasneutrale-industrie.html> (abgerufen am 12.08.2021)
- DIW Econ (2019): Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Gipsindustrie im Südharz – Aktualisierte regionalökonomische Analyse. Berlin
- Eickelpasch, Alexander (2014): Industrielle Nachfrage nach Dienstleistungen. DIW Roundup Nr. 10 – online unter [https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.440264.de/diw\\_roundup\\_10\\_de.pdf](https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.440264.de/diw_roundup_10_de.pdf) (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Europäische Kommission (2021): Energie und Grüner Deal – online unter [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal_de) (abgerufen am 12.08.2021)
- Europäische Kommission (2021): „Fit für 55“: auf dem Weg zur Klimaneutralität – Umsetzung des EU-Klimaziels für 2030 – online unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550> (abgerufen am 28.10.2021)
- Europäische Kommission (2021): Klimaschutz und Grüner Deal – online unter [https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action\\_de](https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_de) (abgerufen am 27.09.2021)
- Europäische Kommission: Forschung und Innovation für den europäischen Grünen Deal. – online unter [https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/strategy-2020-2024/environment-and-climate/european-green-deal\\_de](https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/strategy-2020-2024/environment-and-climate/european-green-deal_de) (abgerufen am 12.08.2021)
- European Bioplastics e. V. (2020): Bioplastics market data: <https://www.european-bioplastics.org/market/> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)



- Frenken, Koen; Van Oort, Frank; Verburg, Thijs (2007): Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth. *Regional Studies*, 41(5), pp. 685–697.
- Frondel, Manuel; Budde, Rüdiger; Dehio, Jochen; Janßen-Timmen, Roland; Rothgang, Michael; Schmidt, Torsten (2018): Erarbeitung aktueller vergleichender Strukturdaten für die deutschen Braunkohleregionen. RWI Projektbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
- Höpner, Axel (2021): Linde baut in Leuna den weltweit größten Wasserstoff-Elektrolyseur. *Handelsblatt* vom 13.01.2021 – online unter <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/energiewende-linde-baut-in-leuna-den-weltweit-groessten-wasserstoff-elektrolyseur/26794320.html?ticket=ST-13771111-Xml1z5bkNT79ZymiTfX3-ap5> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Innovationsregion Mitteldeutschland (2021): Länderübergreifendes regionales Entwicklungskonzept für die Bergbaufolgelandschaft Profen (LÜREK). Entwurfssfassung vom 02.06.2021 – online unter [http://luerek-profen.de/index\\_htm\\_files/2\\_LueREK\\_Entwurfssfassung\\_02.06.2021.pdf](http://luerek-profen.de/index_htm_files/2_LueREK_Entwurfssfassung_02.06.2021.pdf) (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Innovationsregion Mitteldeutschland (Hg) (2021): Seethermie - Innovative Wärmerversorgung aus Tagebaurestseen. Schlussbericht vom 23.07.2021 – online unter [https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/07/20210723\\_Schlussbericht-Seethermie\\_Langfassung.pdf](https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/07/20210723_Schlussbericht-Seethermie_Langfassung.pdf)
- IRENA (2016): End-of-Life Management – Solar Photovoltaic Panels, S. 60 und S. 32 – online unter <https://www.irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- IW Consult (2020): Regionalranking 2020 - 401 Kreise und Städte im Vergleich – online unter <https://www.iwconsult.de/regional/2020/index.php>. (zuletzt abgerufen am 25.09.2021)
- Kalmbach, Peter; Krämer, Hagen (2005): Die Industrie als Produzent und Nachfrager von Dienstleistungen – Ergebnisse eines Forschungsprojektes. IAW-Report 1/2005
- Kropp, Per; Sujata, Uwe; Weyh, Antje; Fritzsche, Birgit (2019): Kurzstudie zur Beschäftigungsstruktur im Mitteldeutschen Revier. IAB Regional 1/2019 IAB Sachsen – online unter [http://doku.iab.de/regional/S/2019/regional\\_s\\_0119.pdf](http://doku.iab.de/regional/S/2019/regional_s_0119.pdf) (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Landesregierung Sachsen-Anhalt (2019): Klima- und Energiekonzept Sachsen-Anhalt – online unter [https://mule.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/MLU/MLU/04\\_Energie/Klimaschutz/00\\_Startseite\\_Klimaschutz/190205\\_Klima-\\_und\\_Energiekonzept\\_Sachsen-Anhalt.pdf](https://mule.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/MLU/04_Energie/Klimaschutz/00_Startseite_Klimaschutz/190205_Klima-_und_Energiekonzept_Sachsen-Anhalt.pdf) (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Leipziger Zeitung (2020): Ab 2023 werden die Leipziger Klärschlämme in Bitterfeld-Wolfen weiterverwertet. Beitrag vom 11.09.2020 – online unter <https://www.l-iz.de/wirtschaft/metropolregion/2020/09/Ab-2023-werden-die-Leipziger->

Klaerschlaemme-in-Bitterfeld-Wolfen-weiterverwertet-348097 (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)

MIBRAG (2021): Firmenpräsentation. Stand vom 14.06.2021. Zeitz

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie, Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung, Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt (2021): Wasserstoffstrategie für Sachsen-Anhalt. Magdeburg – online unter [https://mule.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/MLU/MLU/04\\_Energie/Erneuerbare\\_Energien/Wasserstoff/210503\\_Wasserstoffstrategie\\_Sachsen-Anhalt.pdf](https://mule.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/MLU/04_Energie/Erneuerbare_Energien/Wasserstoff/210503_Wasserstoffstrategie_Sachsen-Anhalt.pdf)

Nord Stream 2 AG (2021): Offshore-Teil des zweiten Strangs von Nord Stream 2 mittels Überwasserschweißnaht fertiggestellt. Pressemeldung vom 10.09.2021 – online unter <https://www.nord-stream2.com/de/media-info/neuigkeiten/offshore-teil-des-zweiten-strangs-von-nord-stream-2-mittels-uberwasserschweinaht-fertiggestellt-152/> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)

Oei, Pao-Yu; Lorenz, Casimir; Schmalz, Sophie; Brauers, Hanna; Herpich, Philipp; von Hirschhausen, Christian; Kemfert, Claudia; Dröschel, Barbara; Hildebrand, Jan; Horst, Juri; Klann, Uwe; Matschoss, Patrick; Porzig, Michael; Rau, Irina; Wern, Bernhard; Brautzsch, Hans-Ulrich; Heimpold, Gerhard; Heinisch, Katja; Holtemöller, Oliver; Schult, Christoph; Hermann, Hauke; Heyen, Dirk; Schumacher, Katja; Ziehm, Cornelia (2019): Klimaschutz und Kohleausstieg: Politische Strategien und Maßnahmen bis 2030 und darüber hinaus. Umweltbundesamt, Climate Change 27/2019 – online unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-25\\_climate-change\\_27-2019\\_kohleausstieg\\_v2.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-25_climate-change_27-2019_kohleausstieg_v2.pdf) (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)

Platzeck, Matthias; Pofalla, Roland; Praetorius, Barbara; Tillich, Stanislaw et al. (2019): Abschlussbericht der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“. Herausgegeben vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin – online unter [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?__blob=publicationFile) (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)

Prognos AG (2021): Sozio-ökonomische Perspektive 2040: Analyse und Bewertung der demografischen und wirtschaftlichen Perspektive 2040 für die Innovationsregion Mitteldeutschland – online unter [https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/06/210629\\_Perspektive-2040.pdf](https://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/06/210629_Perspektive-2040.pdf) (zuletzt abgerufen am 10.11.2021)

Sächsische Landesregierung (2021): Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2021 – online unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/37830> (abgerufen am 12.08.2021)

Sächsische Landesregierung (2021): Thematische Zukunftsfelder der Innovationsstrategie –online unter <https://www.innovationsstrategie.sachsen.de/thematische-zukunftsfelder.html> (abgerufen am 12.08.2021)

- Schwab, Tobias (2021): Umweltschutzprojekt in Westafrika: Aus Müll die Zukunft bauen. Frankfurter Rundschau vom 18.09.2021 – online unter <https://www.fr.de/zukunft/stories/umweltschutz/aus-muell-die-zukunft-bauen-90989463.html> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Seidler, Christoph (2016): Gips doch gar nicht! Der Spiegel vom 19.06.2016 – online unter <https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/thueringen-gips-abbau-im-suedharz-sorgt-fuer-zoff-a-1081600.html> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Senius, Kay; Höffken, Wolfgang (Hg) (2020): Kohleausstieg und Strukturwandel in Sachsen-Anhalt. Landesbüro Sachsen-Anhalt der Friedrich-Ebert-Stiftung, Magdeburg – online unter <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/sachsen-anhalt/17149.pdf> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Staatskanzlei und Ministerium für Kultur des Landes Sachsen-Anhalt (Hg): Bioökonomie als Treiber für Wertschöpfung und Innovation Strategiepapier zur Schlüsselrolle des Landes Sachsen-Anhalt bei der Etablierung einer Modellregion der Bioökonomie im Mitteldeutschen Revier. Magdeburg – online unter [https://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de/fileadmin/SOM/SOM\\_Uebergreifend/Dateien\\_Bilder\\_Nachrichten\\_Termine/2021/04-06/Strategiepapier\\_Biooekonomie\\_als\\_Treiber\\_fuer\\_Wertschoepfung\\_und\\_Innovation.pdf](https://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de/fileadmin/SOM/SOM_Uebergreifend/Dateien_Bilder_Nachrichten_Termine/2021/04-06/Strategiepapier_Biooekonomie_als_Treiber_fuer_Wertschoepfung_und_Innovation.pdf) (zuletzt abgerufen am 13.10.2021)
- Statista (2021): Bioplastics global production capacity by type 2019-2025. Eintrag vom 03.09.2021 – online unter <https://www.statista.com/statistics/678684/global-production-capacity-of-bioplastics-by-type/> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Südzucker AG (2021): Wir denken Zukunft – Geschäftsbericht 2019/20. Mannheim
- Tagesschau (2021): Wohin mit ausgepowerten E-Auto-Batterien? Tagesschau-Online vom 28.06.2021 – online unter <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/batterien-elektroautos-recycling-101.html> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Trippl, Michaela; Martin, Roman; Tödting, Franz (2014): Regionale Pfadentwicklung in der Wissensökonomie. Geographische Rundschau 12/2014, S. 32 – 36
- von der Elt, Fabienne (2021): Baustart für Ersatzbrennstoffkraftwerk in Amsdorf. Mitteldeutscher Rundfunk Sachsen-Anhalt, Nachricht vom 01.06.2021 – online unter <https://www.mdr.de/nachrichten/sachsen-anhalt/halle/mansfeld/spatenstich-ersatzbrennstoffkraftwerk-amsdorf-100.html> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)
- Walter, Uwe (2021): Klärschlamm heizt Kraftwerk Boxberg ein. MDR Sachsen vom 29.06.2021 – online unter <https://www.mdr.de/nachrichten/sachsen/bautzen/goerlitz-weisswasser-zittau/klaerschlamm-trocknungsanlage-kraftwerk-boxberg-100.html> (zuletzt abgerufen am 30.09.2021)

---

## Anhang

---

### Anhang 1: Übersicht Fallstudien

Die im Rahmen der vorliegenden Studie durch qualitative Fallstudien charakterisierten Unternehmen - in einigen Fällen auch Kooperationsstrukturen und Standortbetreiber - sind:

- ▶ BioEconomy e. V.
- ▶ Chemiepark Bitterfeld-Wolfen
- ▶ DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
- ▶ Die Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH (MITNETZ STROM)
- ▶ Energieavantgarde Anhalt e. V.
- ▶ Energy Saxony e. V.
- ▶ EPC Engineering & Technologies GmbH
- ▶ FAM GmbH
- ▶ Fernwärme GmbH Hohenmölsen-Webau
- ▶ GNS - Gesellschaft für nachhaltige Stoffnutzung mbH
- ▶ Industriefabrik Schneider GmbH
- ▶ InfraLeuna GmbH
- ▶ Infra-Zeitz Servicegesellschaft mbH
- ▶ Knauf Gips KG, Werk Rottleberode
- ▶ LEAG, Kraftwerk Lippendorf
- ▶ MIBRAG - Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH
- ▶ MIBRAG Consulting International GmbH
- ▶ MIBRAG Neue Energie GmbH
- ▶ Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH (MUEG)
- ▶ Ökotec-Anlagenbau GmbH
- ▶ OPTERRA Zement GmbH, Werk Karsdorf
- ▶ ROMONTA GmbH
- ▶ Saale Energie/Uniper, Kraftwerk Schkopau
- ▶ Südzucker AG, Werk Zeitz
- ▶ TAKRAF GmbH
- ▶ UPM Biochemicals GmbH



▶ WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH



Autor:innen der Studie:

Arno Brandt, Marc Bovenschulte, Lukas Nögel, Heike Strach, Claudia M. Buhl

Institut für Innovation und Technik, Berlin





INNOVATIONSREGION  
MITTELDEUTSCHLAND

## **Kontakt**

Metropolregion Mitteldeutschland Management GmbH  
Schillerstraße 5  
04105 Leipzig

0341 / 600 16 – Durchwahl  
Mitarbeiter@mitteldeutschland.com

[www.mitteldeutschland.com](http://www.mitteldeutschland.com)  
[www.innovationsregion-mitteldeutschland.com](http://www.innovationsregion-mitteldeutschland.com)

Ein Projekt der



METROPOLREGION  
MITTELDEUTSCHLAND